

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES



Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**“SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO  
BÁSICO Y EL NIVEL DE SOSTENIBILIDAD EN LA  
LOCALIDAD DE LACCAICCA, DISTRITO DE SAÑAYCA,  
AYMARAES- APURÍMAC, 2017”**

Para Optar el Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**MAMANI VILLENA, Waldir**

**TORRES GALLO, Jorge Anival**

**Abancay – Apurímac – Perú**

**2018**

Tesis

“SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO BÁSICO Y EL NIVEL DE  
SOSTENIBILIDAD EN LA LOCALIDAD DE LACCAICCA, DISTRITO DE  
SAÑAYCA, AYMARAES-APURÍMAC, 2017”

Línea de investigación:

Hidráulica

Asesor:

Ing. Edgar Acurio Cruz



**Universidad  
Tecnológica de los Andes**  
Comprometidos con la acreditación

**ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N° 002-2018-UTEA-EPIC**

Reunidos el Jurado Examinador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- > Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER PRESIDENTE DE JURADO
- > Ing. Oscar PINEDO MENDOZA 1ER MIEMBRO DE JURADO
- > Ing. Julio Raúl ESCALANTE ARAGÓN 2DO MIEMBRO DE JURADO

El aspirante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL:

**Bachiller: Jorge Anival TORRES GALLO.**

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grado Académico de Bachiller y Títulos Profesionales de la Universidad Tecnológica de los Andes aprobado mediante Resolución de Consejo Universitario N° 0597-2016-UTEA-CU, de fecha 10 de Junio del 2016, respecto al Examen de Sustentación, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil.

SUSTENTACIÓN DE TESIS denominado: "SISTEMA DE AGUA POTABLE SANEAMIENTO BÁSICO Y EL NIVEL DE SOSTENIBILIDAD EN LA LOCALIDAD DE LACCAICCA, DISTRITO DE SANAYCA, AYMARAES -APURÍMAC, 2017", habiendo aprobado con la nota de TRECE (13).

Se extiende conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 131 y 132.

Abancay, 30 de octubre del 2018.

Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER  
PRESIDENTE DE JURADO

Ing. Oscar PINEDO MENDOZA  
1ER MIEMBRO DE JURADO

Ing. Julio Raúl ESCALANTE ARAGÓN  
2DO MIEMBRO DE JURADO



**Universidad  
Tecnológica de los Andes**  
Comprometidos con la acreditación

**ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N° 002-2018-UTEA-EPIC**

Reunidos el Jurado Examinador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- > Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER PRESIDENTE DE JURADO
- > Ing. Oscar PINEDO MENDOZA 1ER MIEMBRO DE JURADO
- > Ing. Julio Raúl ESCALANTE ARAGÓN 2DO MIEMBRO DE JURADO

El aspirante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL:

**Bachiller: Waldir Mamani Villena.**

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grado Académico de Bachiller y Títulos Profesionales de la Universidad Tecnológica de los Andes aprobado mediante Resolución de Consejo Universitario N° 0597-2016-UTEA-CU, de fecha 10 de Junio del 2016, respecto al Examen de Sustentación, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil.

SUSTENTACIÓN DE TESIS denominado: "SISTEMA DE AGUA POTABLE SANEAMIENTO BÁSICO Y EL NIVEL DE SOSTENIBILIDAD EN LA LOCALIDAD DE LACCAICCA, DISTRITO DE SANAYCA, AYMARAES -APURÍMAC, 2017", habiendo aprobado con la nota de TRECE (13).

Se extiende conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 131 y 132.

Abancay, 30 de octubre del 2018.

Ing. Hugo Virgilio ACOSTA VALER  
PRESIDENTE DE JURADO

Ing. Oscar PINEDO MENDOZA  
1ER MIEMBRO DE JURADO

Ing. Julio Raúl ESCALANTE ARAGÓN  
2DO MIEMBRO DE JURADO

A **Dios**, por permitirme seguir adelante con mi vida, a pesar de las dificultades, él siempre está ahí.

A mi madre Paulina Gallo Layme, quien me enseñó a ser valiente y no rendirme jamás.

Jorge Anival Torres Gallo

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ing. Edgar Acurio Cruz, por su paciencia y crítica constructiva, por transmitirme los conocimientos técnicos relacionados con la temática de los servicios de agua potable y saneamiento que me ayudaron a comprender cuestiones que escapaban a mi perfil de ingeniero civil.

A mis docentes de la Universidad Tecnológica de los Andes, por su valioso tiempo, colaboración y cordial atención en cada una de las visitas realizadas a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

A todas las instancias de la Municipalidad Distrital de Sañayca y la localidad de Laccaicca, por la información aportada para este trabajo.

Jorge Anival Torres Gallo

## ÍNDICE

Portada.....	I
Título.....	II
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice (general, tablas y figuras) .....	VI
Resumen.....	X
Abstract.....	XI
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>X</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Problema General .....	17
1.2.2. Problema Específico .....	17
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivo Especifico.....	19
<b>1.5. LIMITACIÓN DE LA INVENTIGACIÓN .....</b>	<b>19</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>20</b>
2.1.1. Antecedentes Ámbito Internacional.....	20
2.1.2. Antecedentes Ámbito Nacional .....	36
2.1.3. Antecedentes Ámbito Local.....	49
<b>2.2. BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>54</b>
2.2.1. SOSTENIBILIDAD.....	54
2.2.2. METODOLOGÍA SIRAS (Sistema de Información Regional en Agua Y Saneamiento, 2010) .....	56
2.2.3. DEFINICIÓN DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD Y FACTORES.....	57
2.2.4. DEFINICIÓN DE FACTORES DE SOSTENIBILIDAD.....	62
2.2.5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS.....	64
<b>2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....</b>	<b>65</b>
<b>2.4. BASES LEGALES .....</b>	<b>69</b>

<b>III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>70</b>
<b>3.1. HIPOTESIS.....</b>	<b>70</b>
3.1.1. Hipótesis General.....	70
3.1.2. Hipótesis Específica .....	70
<b>3.2. MÉTODO .....</b>	<b>71</b>
<b>3.3. TIPO DE INVESTIGACION .....</b>	<b>71</b>
<b>3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....</b>	<b>73</b>
<b>3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>3.8. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..</b>	<b>75</b>
<b>3.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....</b>	<b>75</b>
<b>3.10. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>77</b>
3.10.1. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD .....	79
<b>3.11. CONTRAPRUEBA DEL ESTADO DEL SISTEMA .....</b>	<b>92</b>
3.11.1. CÁLCULO DE AFORAMIENTO CAPTACIÓN - LACCAICCA .....	92
3.11.2. CÁLCULO POBLACIÓN DE DISEÑO, DEMANDA DE AGUA – LACCAICCA.....	95
3.11.3. CÁLCULO DE CAMARA DE CAPTACIÓN – MILLO .....	99
3.11.4. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	104
3.11.5. CÁLCULO DE LA VÁLVULA DE AIRE .....	109
3.11.6. CÁLCULO DE CRP –T6 .....	111
3.11.7. CÁLCULO VOLUMÉTRICO DEL RESERVORIO .....	112
3.11.8. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN .....	113
3.11.9. CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN .....	121
3.11.10. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA .....	122
3.11.11. CÁLCULO CRP –T7 .....	123
3.11.12. CÁLCULO DEL POZO SÉPTICO .....	124
3.11.13. CÁLCULO TEST DE PERCOLACIÓN .....	127
3.11.14. DISEÑO DEL BIODIGESTOR V=600 lts. ....	129

<b>IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>132</b>
<b>4.1. PRESENTACIÓN .....</b>	<b>132</b>
4.1.1. ESTADO DEL SISTEMA.....	132
4.1.2. GESTIÓN DE LOS SERVICIOS.....	139
4.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	141
<b>4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>142</b>
4.2.1. A NIVEL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (Sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico) .....	142
4.2.2. ANÁLISIS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE (Índice de Sostenibilidad del Sistema) .....	150
<b>4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>150</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>151</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>151</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>153</b>
<b>VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>155</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>159</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Calificación de la sostenibilidad de los sistemas de agua.....	65
Tabla 2: Cuadro de variables.....	73
Tabla 3: cuadro de técnicas y instrumentos.....	75
Tabla 4: Población total según INEI.....	78
Tabla 5: Aforo de caudal Q3– Millo.....	92
Tabla 6: Aforo de caudal Q2– Millo.....	93
Tabla 7: Aforo de caudal Q1– Millo.....	93
Tabla 8: Registro de caudal – DRVCS (28/04/2017).....	94
Tabla 9: Tasa de crecimiento poblacional medio anual.....	95
Tabla 10: Población total según INEI.....	96
Tabla 11: Dotación (l/hab/día) y tipo de UBS AH ámbito rural.....	97
Tabla 12: Coeficiente de Variación.....	97
Tabla 13: Identificación de tramos en la línea de conducción.....	105
Tabla 14: Gasto unitario por tramo.....	116
Tabla 15: Análisis fisicoquímico, metales y bacteriológicos de la fuente – Millo.....	122
Tabla 17: valores de velocidad de acumulación de sólidos.....	124
Tabla 18: Tasas de infiltración de los lixiviados en los hoyos.....	126
Tabla 16: Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Población según formas de abastecimiento: 2012 – 2016.....	50
Figura 2: Población que accede a la red pública de alcantarillado: 2010 - 2016.....	50
Figura 3: Criterios de evaluación según Método Siras.....	64
Figura 4: Vista de la cámara húmeda – Millo 02.....	94
Figura 5: Ilustración de la línea de conducción.....	105
Figura 6: Línea de distribución de agua potable Laccaicca.....	115
Figura 7: Resumen de cobertura de agua.....	132
Figura 8: Resumen de cobertura en saneamiento básico.....	133
Figura 9: Resumen de cantidad de agua.....	133
Figura 10: Resumen del estado de la infraestructura.....	134
Figura 11: Caudales de diseño.....	136
Figura 12: Resumen de excretas, basura y agua Grises.....	139
Figura 13: Resumen gestión administrativa.....	140
Figura 14: Resumen de operación y mantenimiento.....	141

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, provincia de Aymaraes, región de Apurímac. Esta localidad consta de 31 familias, de las cuales 31 familias tienen acceso al servicio agua potable y 03 familias no tienen saneamiento básico. La toma de los datos se realizó entre los meses de abril y mayo del 2017, consecutivamente en febrero y marzo del 2018, mediante visitas de campo hacia la localidad de Laccaicca, el procedimiento que se utilizó fue basado en el principio del SIRAS 2010 para determinar el índice de sostenibilidad, la toma de datos se realizó mediante el recorrido a toda la infraestructura del sistema para medir el estado de cada componente, encuestas a los usuarios para medir la gestión de los servicios y a su vez encuestas a la Junta Directiva para medir la operación y mantenimiento. Procesado los datos obtenidos en el campo, se obtuvo los siguientes puntajes para cada variable; el estado del sistema 3.79 puntos, para la gestión de los servicios 3.65 puntos y para la operación y mantenimiento 3.63 puntos, así como también se determinó el índice de sostenibilidad dando como resultado de 3.66 puntos, por lo que llegamos a la conclusión que el sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca es sostenible, pero no en su totalidad, además se hizo una compatibilidad técnica del sistema para un tiempo de 20 años más, dando como resultado la cobertura de agua potable, implementación de ciertos componentes y el cambio parcial del saneamiento básico.

Palabras Claves: Sostenibilidad, Estado del Sistema, Gestión, Operación, Mantenimiento.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the sustainability index of the potable water and basic sanitation system in the town of Laccaicca, district of Sañayca, province of Aymaraes, Apurímac region. This locality consists of 31 families, of which 31 families have access to potable water service and 03 families do not have basic sanitation. The data collection was carried out between April and May 2017 consecutively in February and March 2018, by means of field visits to the town of Laccaicca, the procedure that was used was based on the principle of SIRAS 2010 to determine the Sustainability index, the data collection was made through the whole infrastructure of the system to measure the status of each component, user surveys to measure the management of services and in turn surveys to the Board to measure the operation And maintenance. After processing the data obtained in the field, the following scores were obtained for each variable; the state of the system 3.79 points, for the management of the services 3.65 points and for the Operation and Maintenance 3.63 points, as well as the sustainability index was determined giving as a result of 3.66 points, for which we come to the conclusion that the system potable water, basic sanitation of the town of Laccaicca is sustainable, but not in its entirety, in addition technical compatibility of the system was made for a time of 20 more years, resulting in the coverage of drinking water, implementation of certain components and the partial change of basic sanitation.

Key words: Sustainability, State of the System, Management, Operation, Maintenance.

## **INTRODUCCIÓN**

Los objetivos de desarrollo del milenio, establecidos por los líderes mundiales en la Cumbre del Milenio de la ONU celebrada en el año 2000, pretenden reducir a la mitad el número de personas sin acceso a agua segura y a servicios de saneamiento antes del año 2015 (meta 10). El Programa Conjunto para el Monitoreo del Abastecimiento de Agua y Saneamiento, de UNICEF y la OMS dice que, en 1990, la cobertura global de la utilización de fuentes mejoradas de agua potable e instalaciones de saneamiento se situó en el 76 por ciento y 54 por ciento, con las respectivas metas de los ODM de 88 por ciento y 77 por ciento en 2015. Los desafíos eran enormes, como las cifras globales se escondieron grandes disparidades en la cobertura entre países, muchos de los cuales estaban luchando contra la pobreza, la inestabilidad y el crecimiento rápido de la población (25 Years Progress on Sanitation and Drinking Water, 2015).

Al primer semestre del presente año, se estima que existe en el país 31 millones 488 mil 600 personas, de este total el 86.1% acceden a agua por red pública, (67.1% agua potable y 19.0% agua no potable) y el 13.9% consumen agua no potable proveniente de río, manantial, camión cisterna o pileta de uso público. Es decir, existen en el país 10 millones 359 mil 700 personas (32,9%) que consumen agua no potable, de las cuales 5 millones 982 mil 800 (19,0%) corresponden a población que tiene en sus viviendas agua proveniente de red pública y 4 millones 376 mil 900 (13,9%), a personas que consumen agua proveniente de otras fuentes (río, manantial, lluvia, camión cisterna o pilón de uso público).

Al primer semestre del año 2016, el 72,6% de la población del país, que equivale a 22 millones 856 mil personas, tienen en sus viviendas desagüe por red pública de alcantarillado (68,9% dentro de la vivienda y el 3,7% red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio). Asimismo, el 11,1% (3 millones 505 mil) eliminan las excretas mediante letrina, el 8,7% (2 millones 744 mil) por pozo séptico y el 7,6% (2 millones 383 mil) no cuentan con alguna forma adecuada de eliminación de excretas. Casi una tercera parte (31,0%) de la población del área rural elimina las excretas mediante letrina y el 28,5% por pozo séptico. Sin embargo, el 21,6% no cuenta con servicios higiénicos adecuados y elimina las excretas al aire libre, en río, acequia, entre otras formas (INEI, 2016).

El crecimiento de obras en agua potable y saneamiento básico rural en el Perú y sobre todo en Apurímac, particularmente en el distrito de Sañayca hace que la sostenibilidad sea vital en localidad de Laccaicca y garantizar la continuidad del servicio. Por lo tanto, la sostenibilidad del sistema agua potable, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca debe ser la matriz base para lograr la sostenibilidad de los otros sistemas del distrito, teniendo en cuenta que próximamente culminarán con la ejecución de las obras de saneamiento.

El lugar donde se pretende demostrar la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico rural, se considera estratégico ya que el Fondo Nacional de Compensaciones y Desarrollo Social (FONCODES) pretende intervenir en la rehabilitación del sistema en conjunto con el programa Agua más. Además, el proyecto SABA intervino con las capacitaciones técnicas y sociales de sus habitantes, llegando así tener viviendas saludables próximas a ser una comunidad saludable. Teniendo como referencia el informe del

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento donde los indicadores del cierre de brechas en saneamiento rural indican que el 70.5% de la población rural en el Perú tienen acceso al agua potable faltando 29.5% para cerrar la brecha y 23.7% de la población rural en el Perú tienen acceso al servicio de alcantarillado u otras formas de disposición sanitaria de excretas, faltando 76.3% para cerrar la brecha, teniendo como política nacional el MVCS el cierre de brecha en su totalidad.

La presente investigación se realizó con el propósito de tener conocimiento del estado actual del sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, distrito Sañayca, provincia Aymaraes, departamento de Apurímac, ya que en la actualidad no se cuenta con ningún tipo de información sobre la sostenibilidad de dicho servicio.

Esta información servirá para tomar decisiones que permiten el mejoramiento en los aspectos: infraestructura, gestión, operación y mantenimiento; asimismo, contribuirá para que la comunidad, la municipalidad y los organismos encargados de administrar este servicio asuman nuevas políticas que direccionen hacia su sostenibilidad, podemos considerar también, que servirá de base para otros trabajos de investigación.

El objetivo general planteado es: determinar el índice de sostenibilidad del sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, provincia Aymaraes, departamento de Apurímac, basada en los factores: estado de la infraestructura, gestión de los servicios, operación y mantenimiento.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Uno de los problemas que afronta actualmente la localidad de Laccaicca, ubicada en el distrito de Sañayca y en general las comunidades de la Región Apurímac, es la ausencia de información sobre el estado en que se encuentran los sistemas de agua potable y saneamiento básico o el nivel de sostenibilidad que han alcanzado en sus años de funcionamiento. El conocimiento de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento básico, es el primer paso para garantizar el buen funcionamiento de las mismas, además de una propuesta de política nacional, regional y local en el sentido de concretizar el mejoramiento, rehabilitación y/o gestión de los mismos. La implementación adecuada de la Junta Administrativa de los Servicios de Saneamiento (JASS) y el Área Técnica Municipal (ATM), es el eje principal para la sostenibilidad del sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, llegando así al consumo del agua potable y la eliminación de excretas de manera eficiente, promoviendo la mejora de la calidad de vida de sus habitantes, tanto en condiciones de salud, desarrollo económico, social y cultural de las familias.

Según **(Robinson, Infantes, & Trelles, 2006)**: Respecto a la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento en el Perú, la Dirección Nacional de Saneamiento del Viceministerio de Construcción y Saneamiento realizó un estudio en 70 comunidades rurales de siete departamentos en costa, sierra y selva, para determinar la situación en

que se hallaban los servicios de agua en la zona rural del Perú. Del mismo modo, el Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial (PAS - BM) llevó a cabo un estudio similar en 104 comunidades rurales. Ambos resultados confirman que, en solo un 30 % pueden ser considerados sostenibles, entre un 65 y 68 % presentan algún nivel de deterioro y entre 2 y 3 % de los sistemas se encuentran colapsado. Asimismo, indican que, para calificarlos de sostenible, se tomaron en cuenta aspectos de infraestructura de los sistemas, calidad de agua suministrada, cobertura y continuidad del servicio.

Debido al problema que se sigue presentando por motivos del agua y saneamiento se ha visto por conveniente determinar la sostenibilidad del sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito la Sañayca - Apurímac, 2017, cuya infraestructura consta con un sistema con dos captaciones de ladera y UBS – pozo séptico para la eliminación de excretas, en la que se observa el entusiasmo de la localidad de Laccaicca por hacer todos los modos posibles por resolver los problemas que se están presentando en el mundo, con respecto al agua y saneamiento, por lo que se pretende con el proyecto de investigación conocer el estado en que se encuentran los sistemas de agua potable, saneamiento básico en la zona de estudio, para que tomando como base esta información recogida en campo, se puedan plantear plantear propuestas de mejora y/o rehabilitación de este sistema.



## **1.2. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es el nivel de sostenibilidad en el sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017?

### **1.2.2. Problema Específico**

- ¿Cuál es el estado del sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017?
- ¿Cómo es la operación y mantenimiento en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017?
- ¿Cuál es la gestión de los servicios en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El crecimiento de obras en agua potable y saneamiento básico rural en el Perú y sobre todo en Apurímac, particularmente en el distrito de Sañayca hace que la sostenibilidad sea vital en Laccaicca y garantizar la continuidad del servicio, por lo tanto, la sostenibilidad del sistema de saneamiento de Laccaicca debe ser la matriz base para lograr la sostenibilidad de los otros sistemas del distrito, teniendo en cuenta que

próximamente culminaran con la ejecución de las obras de saneamiento en los próximos años siguientes. El lugar donde se pretende demostrar la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico rural, se considera estratégico ya que la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento (DRVCS) ha intervenido en la rehabilitación de los sistemas de saneamiento en conjunto con el Fondo Nacional de Compensaciones y Desarrollo Social (FONCODES). Además, el proyecto SABA intervino con las capacitaciones técnicas y sociales de sus habitantes, llegando así tener viviendas saludables próximas a ser una comunidad saludable.

Teniendo como referencia el informe del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento donde los indicadores del cierre de brechas en saneamiento rural indican que el 70.5% de la población rural en el Perú tienen acceso al agua potable faltando 29.5% para cerrar la brecha y 23.7% de la población rural en el Perú tienen acceso al servicio de alcantarillado u otras formas de disposición sanitaria de excretas, faltando 76.3% para cerrar la brecha, teniendo como política nacional el MVCS el cierre de brecha en su totalidad.

Según **(Nieto, 2011)**: “la falta de agua potable en el mundo hace que se le considere como el **oro azul** de nuestros tiempos y por lo tanto la gestión del recurso agua se hace importantísima por ser un recurso fundamental escaso” por lo tanto la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico rural es vital para el ser humano.

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar cuál es el nivel de sostenibilidad en el sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017.

### **1.4.2. Objetivo Especifico**

- Evaluar el estado del sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes – Apurimac,2017.
- Evaluar la operación y mantenimiento en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes – Apurimac,2017.
- Evaluar la gestión de los servicios en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes – Apurimac,2017.

## **1.5. LIMITACIÓN DE LA INVETIGACIÓN**

La dificultad para determinar la sostenibilidad del sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca es la lejanía de sus componentes y el acceso a las mismas, que dificultan en el cumplimiento del tiempo estimado para realizar dicha investigación, de esta manera repercutirá en el proceso de análisis de datos y la presentación de la tesis.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente de trabajo de investigación surge de la necesidad de contar con sistemas de agua potable y saneamiento básico rural que sean sostenibles en el tiempo de vida útil del proyecto. La sostenibilidad de cualquier sistema es de gran importancia, ya que demuestra que el financiamiento de estas obras de saneamiento no sean gastos insulsos por parte del Estado peruano u otras fuentes de financiamiento, llevando así a ser sostenibles y no obras llamados elefantes blancos, este trabajo de investigación favorecerá a muchos sistemas de agua potable y saneamiento básico rural de otras localidades del distrito, llegando a mejorar en la operación y mantenimiento, gestión de los servicios y rehabilitación del sistema si este lo requiera, direccionando al desarrollo de la sostenibilidad.

#### **2.1.1. Antecedentes Ámbito Internacional**

- **(OMS & UNICEF, 2015)** en su informe: 25 años progreso sobre el agua potable y saneamiento 2015, impreso en Nueva York, EE.UU, plantean como:

##### **Objetivo general:**

Actualización y evaluación de los ODM

Los objetivos de desarrollo del milenio (ODM), dentro del tema del agua, corresponde al Objetivo N°7 donde se cita la meta N°10 y el Indicador N°30, lo cual se describe a continuación:

- Objetivo 7: Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

- Meta 10: Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carezcan de acceso a agua potable y a servicios de saneamiento.
- Indicador N° 30: Proporción de la población con acceso sostenible a mejores fuentes de abastecimiento de agua, en zonas urbanas y rurales.

**Objetivo específico:**

- Evaluación de los ODM WASH monitoreo
- 25 Años de progreso de actualización. (pag. 5).

**Llegan a las siguientes conclusiones:**

- La cobertura global de la utilización de fuentes mejoradas de agua potable e instalaciones de saneamiento se situó en el 76 por ciento y 54 por ciento, con las respectivas metas de los ODM de 88 por ciento y 77 por ciento en 2015. Los desafíos eran enormes, como las cifras globales se escondieron grandes disparidades en la cobertura entre países, muchos de los cuales estaban luchando contra la pobreza, la inestabilidad y el crecimiento rápido de la población.
- 147 países han alcanzado la meta del ODM sobre agua potable, 95 países han alcanzado la meta MDG saneamiento se ha reunido 77 países tanto en agua potable y el objetivo de saneamiento. (p. 33).

- **(Rojas, Horst & Venegas, 2005)**, en su libro “HACIA MODELOS DE GESTIÓN EN AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO, impreso en La Paz, Bolivia” dice en Cap. 5 – **Sostenibilidad en la prestación de servicios de agua potable y saneamiento.**

Si bien sostenibilidad es un concepto ampliamente difundido y utilizado, en particular desde que el informe de la comisión Brundtland “Nuestro Futuro Común” (1987) lo sugiriera, y que prácticamente no hay un sector que hubiese obviado el término - por lo menos en el discurso -, existen diversas interpretaciones a cerca de su significado o definición. En una primera aproximación, desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente, sin comprometer los activos de las generaciones venideras, entendidos éstos como los de carácter físico, financiero, humano, social y ambiental. En todo caso, la sostenibilidad es un concepto dinámico, que a su vez depende del enfoque filosófico: sea antropocéntrico (el ser humano como centro del mundo) o ecocéntrico (el ambiente como centro). En cuanto a las dimensiones que conforman la sostenibilidad, existe una mayor convergencia de opiniones que sobre los enfoques mismos, y permiten interpretar de mejor manera su intencionalidad. Consecuentemente, estas dimensiones serán el pilar para abordar la sostenibilidad y su aplicación en el ámbito que nos ocupa.

Al finalizar la Década Internacional del Agua Potable y Saneamiento Ambiental (1981-1990), diversos estudios evaluaron el impacto de las inversiones realizadas en sistemas de agua potable y saneamiento, y concluyeron que, para alcanzar las metas crecientes de coberturas de los servicios, no resulta suficiente invertir en infraestructura, sino que es necesario tomar acciones con una visión más integral. En rasgos generales, los sistemas presentaban un rápido deterioro y deficiencias en su funcionamiento y las entidades prestadoras de servicios denotaban debilidad institucional. Esta situación llevó a dirigir el enfoque de desarrollo y las políticas sectoriales, hacia el logro de la **sostenibilidad** en la prestación de los servicios, más allá de su mera implementación. Es decir, realizar no sólo más inversiones, sino mejores inversiones, lo cual se alcanza mediante acciones diversas y complementarias, en un enfoque integral y holístico, para sostener a largo plazo los impactos positivos de los grandes esfuerzos financieros, dirigidos a mejorar tanto la salud, como el bienestar general de la población. Ya en la Declaración de Nueva Delhi (1990), se asumió que ***“el acceso al agua potable y al saneamiento no es simplemente una tarea técnica de construcción de infraestructura, sino un componente decisivo del desarrollo social y económico de la población. En esta perspectiva, es posible brindar servicios sostenibles y aceptables mediante el adecuado uso de tecnologías apropiadas, la gestión***

***comunitaria y la calificación de los recursos humanos***". En base a esta interpretación y en adelante, se entenderá por sostenibilidad, a la capacidad de generar y mantener un desarrollo integrado de los sistemas y servicios de agua potable y saneamiento, basado en el equilibrio de intereses, la corresponsabilidad de los actores político-sociales contemporáneos en la toma de decisiones, y el aporte financiero, preservando el medio ambiente y los intereses de generaciones venideras.

### **Dimensiones de la sostenibilidad**

Las dimensiones de la sostenibilidad conforman un sistema armónico e integrado en el cual existen subsistemas o subdimensiones, cuya discusión no es el propósito del presente trabajo. Las dimensiones de la sostenibilidad comúnmente aceptadas son la económica, la social y la ambiental. Las tres, en su interrelación sinérgica, dotan de unidad y coherencia a los procesos de desarrollo, caracterizan el estado ideal al que debe aspirar la gestión de los servicios públicos y son, a la vez, la base para la sostenibilidad de los mismos. En el sector de agua potable y saneamiento, la dimensión económica está comprendida en la gestión empresarial de la entidad prestadora –que incluye lo técnico, económico y financiero-, por lo cual, en lo subsecuente, se referirá a la dimensión empresarial.

Consiguientemente, la ***sostenibilidad empresarial***, comprende la capacidad de gestión gerencial para crear en forma dinámica



y continua condiciones técnicas, financieras e institucionales. Estas condiciones permiten la prestación de servicios de agua potable y saneamiento de alta calidad y costos eficientes, con proyección a largo plazo y atendiendo las demandas de expansión.

*La **sostenibilidad social***, refleja la aceptación, el compromiso y el control social por parte de la población, en relación con los aspectos institucionales (*good governance*), ambientales y económicos de los servicios, con criterios de cobertura, continuidad, calidad y precios accesibles.

*La **sostenibilidad ambiental***, considera que los servicios de agua potable y saneamiento alteran el curso natural del ciclo del agua, por lo tanto, éstos deben enfocarse hacia una gestión integral de los recursos hídricos y su preservación, mediante el tratamiento de las aguas residuales y una orientación intergeneracional, tendiente a la protección y mitigación de los efectos negativos sobre el medio ambiente. (p. 90-147).

- **(Smits et al., 2012)**, en su investigación sobre: “GOBERNANZA Y SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURALES EN COLOMBIA”, plantean como:

**Objetivo general:**

Determinar la eficacia y eficiencia de distintas modalidades de apoyo post-construcción dirigidos a prestadores comunitarios y municipales de las zonas rurales de Colombia en cuanto a la calidad y sostenibilidad de los servicios de agua brindados.

**Objetivos específicos:**

- Adecuar un set de indicadores de la calidad del servicio de agua aplicable al contexto rural colombiano.
- Identificar un conjunto de variables e indicadores para caracterizar la gobernanza y el desempeño de los prestadores de agua en zonas rurales de Colombia.
- Realizar una tipificación de las variables relevantes en las modalidades de apoyo a prestadores comunitarios.
- Realizar la tipificación de la situación de calidad de los servicios, gobernanza y desempeño de los prestadores rurales a partir de una muestra de localidades rurales con diferentes modalidades de apoyo post-construcción.
- Realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de la relación entre modalidades de apoyo, gobernanza y desempeño de prestadores, y calidad de los servicios brindados.  
(pag.2).

**Llegan a las siguientes conclusiones:**

- Se analizaron el impacto de distintas modalidades de apoyo post-construcción a prestadores comunitarios en zonas rurales de Colombia y su incidencia en la calidad y la sostenibilidad de los servicios de agua. Para tal fin, se analizaron los niveles de servicio y desempeño de los prestadores en 40 acueductos, seleccionados de forma aleatoria estratificada, en los departamentos de Caldas, Cauca y Valle del Cauca.

- A nivel de sistema se desarrolló un conjunto de 5 indicadores para el nivel de servicio y otro conjunto de 21 indicadores para el nivel desempeño y gobernanza del prestador. Pero, cada indicador requiere la recolección de un número mayor de datos, dado que muchos son indicadores compuestos. En cada comunidad se tuvo que obtener información sobre unos 75 puntos de datos para poder determinar los 26 indicadores. Es posible, eso si, que se puedan disminuir el número de indicadores que se utilizaron para calificar los niveles de desempeño y gobernanza del prestador especialmente.
- Se logró el objetivo de recolectar la información en un solo día de trabajo de campo, pero confiando fundamentalmente en los datos secundarios que generan los prestadores. Sin embargo, esto planteó una dificultad para el estudio, pues se encontró que un porcentaje significativo de los prestadores carecía de algún tipo de información secundaria, sobre todo con relación a la calidad de agua, la cantidad de agua suministrada y datos administrativos como la morosidad. (pag. 99-104).

- **(Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo [AECID], 2015)**, en la orientación para la realización de **planes de sostenibilidad de los proyectos de agua en medio rural- El Salvador**, plantean como:

**Objetivo general:**

Establecer servicios sostenibles que provean de agua potable y saneamiento (p.10).

**Llega entre otras a las siguientes conclusiones:**

- La conclusión general de la experiencia en Chinda es que se ha logrado una cobertura casi total en agua, saneamiento y saneamiento escolar. También ha habido avances importantes en mejoras de hábitos higiénicos, pero se les desconoce de forma cuantitativa. Además, se han logrado niveles de servicios cumpliendo criterios mínimos y aceptables por los usuarios, y en saneamiento hasta niveles de servicio intermedios, con instalaciones modernas y agradables.
- La decisión de concentrar los esfuerzos en un número limitado de municipios ha sido un factor importante para lograr este impacto. Primero, ha permitido reducir los costos de transacción y lograr una economía de escala. Aunque los datos financieros están incompletos, indican que las inversiones totales realizadas están muy debajo de los techos usados en el sector. Es muy probable que en parte se deba a una economía de escala. De igual importancia, es

el hecho que ha permitido coordinar las inversiones con otras entidades trabajando en la zona y así reducir la duplicación de esfuerzos. Finalmente, es importante destacar que se han establecido mecanismos con el fin de absorber cierto crecimiento poblacional futuro, a través de facilidades para conexiones nuevas de agua y saneamiento.

- La concentración del trabajo también ha permitido desarrollar bases importantes para la sostenibilidad. La primordial entre ellas es el hecho que se ha desarrollado una capacidad institucional local, y no solo capacidad organizacional.

Es decir, se ha invertido en capacidades a todos los niveles: las juntas de agua, la AJAM, la unidad técnica municipal y entidades de apoyo, y en el fortalecimiento de los vínculos entre ellos. Como todos van a tener un papel preponderante en la sostenibilidad de los servicios, se considera de gran importancia que se haya fortalecido la capacidad a todos estos niveles. A la cobertura total, hay que agregar una institucionalidad completa para que los servicios perduren para siempre. Además, al tener una cobertura total, hay una masa crítica que reduce el riesgo de que el uso sostenido de los servicios se debilite. Finalmente, hay otros factores contribuyendo a la sostenibilidad, como la integralidad de las intervenciones y el énfasis puesto en trabajos de manejo de micro-cuenca. Existe un potencial para fortalecer aún más

las bases para la sostenibilidad. A nivel de las Juntas de Agua, existe cierta posibilidad de profesionalizar la gestión comunitaria, especialmente en el uso de herramientas de gestión mas sistemático, como formatos de monitoreo, almacenamiento de materiales en bodegas y hasta el uso de equipos de cómputo.

Lo mismo se aplica para la AJAM. Con respecto al monitoreo y seguimiento existe el potencial de mejorar las bases. El hecho de que se hace un monitoreo y seguimiento desde los diferentes niveles es un resultado importante. Sin embargo, esto conlleva la necesidad de diferenciar en el tipo de monitoreo que se hace, la modalidad (por solicitud o por programación) y los formatos e indicadores en uso. Sobre todo, se enfatiza que la sostenibilidad requiere de un monitoreo rutinario por parte de entes externos a las Juntas de Agua.

- Se han identificado ciertos riesgos para la sostenibilidad. El principal es la falta de definición de responsabilidades y mecanismos para el pago de costos de reemplazos, rehabilitaciones mayores y ampliaciones.

En el momento, hay un entendimiento implícito que es una responsabilidad compartida entre comunidades, municipalidad y terceros. Pero, solo las comunidades hacen un ahorro para ello, lo que va a ser insuficiente. La falta de definición de la responsabilidad para reemplazos,

rehabilitaciones y ampliaciones se refleja también en el hecho que ahora que haya una cobertura total, ya no hay una planificación municipal para agua y saneamiento, mientras que el trabajo municipal continua en aspectos de monitoreo, seguimiento, mejoras de niveles de servicio, reemplazos y ampliaciones, lo que requiere de una planificación a futuro.

A raíz de la experiencia de WFP en Chinda, se ha generado un interés para un enfoque parecido por parte de municipios vecinos. Refleja una demanda no solo para inversiones en infraestructura, pero también un compromiso municipal en mejorar la prestación de servicios. Sobre la base de este estudio se concluye que el modelo de trabajo aplicado por WFP en Chinda puede ser llevado a escala, primeramente, en un municipio a la vez pero no ampliándolo aun a nivel departamental. El éxito del modelo yace en el municipio como unidad de concentración. Llevando el modelo a nivel departamental, conlleva el riesgo de que se pierda la posibilidad de generar sinergia y masa crítica local. Se considera que el modelo es aplicable en todas las zonas rurales del país, pero falta ver si también puede aplicarse en cabeceras urbanas más grandes con mayor complejidad tecnológica, como alcantarillado y plantas potabilizadoras. El modelo de trabajo puede ser adoptado relativamente por ONGs dedicadas a agua y saneamiento, dado que muchos

de ellos ya trabajan en zonas de concentración en diferentes partes del país, aunque tal vez no han tomado el último paso de concentración de lograr cobertura total en los municipios donde trabajan. Tal vez el modelo es menos aplicable por parte de instituciones gubernamentales de orden nacional. Por su mandato político, deberían trabajar en todo el territorio nacional, y estas trabajan por solicitudes municipales. Eso limita la posibilidad de una concentración total. Sin embargo, dentro de ciertos programas de estas instituciones se puede lograr un nivel de concentración aun mayor y una dedicación mayor al desarrollo institucional completo. Probablemente, eso refleja la lección aprendida más importante para el sector de agua y saneamiento en Honduras: si se puede reducir la fragmentación y dispersión de las inversiones en el sector al adoptar un enfoque de cobertura total e institucionalidad total, y con eso se desarrollan bases importantes para un mayor nivel de sostenibilidad. (pag.114).



- **(Programa de Agua y Saneamiento [WSP], 2012)**, en su investigación sobre: “CONVIRTIENDO EN REALIDAD EL SANEAMIENTO RURAL SOSTENIBLE - ECUADOR”, plantea como:

### **Objetivos general**

El objetivo del programa fue aumentar la cobertura y uso efectivo de los servicios de agua y saneamiento de las poblaciones en situación de pobreza ubicadas en zonas rurales y pequeñas localidades.

El objetivo es documentar la experiencia del uso de UBS en Ecuador, evaluar las condiciones de las UBS cinco años después de haber realizado las inversiones y compartir lecciones útiles con profesionales del sector que se encuentren actualmente implementando tecnologías similares o estén considerando hacerlo. (p. 4).

### **Llega a las siguientes conclusiones:**

- Las UBS parecen ser una de las soluciones más apropiadas para las familias rurales en el contexto del Ecuador, más que las instalaciones tradicionales, ofreciendo un nivel de servicio equivalente al encontrado en áreas urbanas. Después de seis años de implementación, las UBS han sido aceptadas y son usadas rutinariamente por las familias; esto hace contraste con las experiencias previas con las letrinas tradicionales.
- La participación activa de la comunidad y la vinculación de las partes interesadas a nivel político (a nivel nacional, regional y

local) en todas las etapas fue un elemento clave en la adopción e implementación de la tecnología.

- La vinculación de los profesionales locales (ingenieros y trabajadores sociales) facilita la adopción de la solución, promueve la propiedad, ayuda a desarrollar capacidades locales, y reduce los costos.
- Es importante establecer mecanismos de apoyo a largo plazo, especialmente para actividades de mantenimiento.
- La coordinación apropiada entre la ingeniería, trabajo social, construcción y capacitación es clave para el éxito de la intervención y ayuda en el manejo de las expectativas.
- Es necesario tener una política de financiamiento definida, pero debe tener flexibilidad en términos de costos, presupuestos y aspectos técnicos. No es realista tener un presupuesto para todo el país considerando la variabilidad en las distancias, características geográficas, y disponibilidad de materiales, entre otros factores.
- Es importante tener continuidad con respecto a los profesionales involucrados en la implementación del Programa para evitar interrupciones y/o la pérdida de memoria institucional.
- Implementación a gran escala del Programa permite mejoras en el tiempo, ayuda a desarrollar capacidades en los contratistas locales, y aumenta la eficiencia a largo plazo.
- El enfoque de respuesta a la demanda, incluyendo un menú de opciones, debería estar hecho a la medida para los contextos

locales de la comunidad (socioeconómico, geográfico, topográfico, cultural, etc.).

- Los profesionales sociales y técnicos involucrados en la implementación deberían estar capacitados debidamente, con el énfasis colocado en los beneficios de la tecnología y el objetivo general, para evitar un enfoque excesivo en los requerimientos de cada contrato en vez de en la calidad final de la intervención. (p.8).

- **(La torres et al., 2003)**, en su investigación sobre: “ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO - NICARAGUA”, plantean como:

**Objetivos generales:**

Analizar de manera participativa la sostenibilidad en las obras de agua y saneamiento construidas en 43 comunidades localizadas en las regiones I, V, VI.

Suministrar insumas que sirvan de apoyo y fortalezcan la toma de decisiones en materia de agua y saneamiento al personal adscrito a Enacal-GAR en los niveles gerenciales, profesionales, técnicos y de promoción, promoviendo el trabajo en equipo interinstitucional, interinstitucional y comunal. (p.19).

**Llega entre a las otras a las siguientes conclusiones:**

- Las instituciones del sector han promovido la implementación de soluciones integrales para el "agua, saneamiento e higiene, sin embargo, en el área de saneamiento se ha enfocado únicamente... la disposición de

excretas mediante letrinas... olvidando el manejo de los residuos sólidos y la disposición de aguas grises. Por ejemplo, las soluciones para el abastecimiento de los MAG y Mabe proponen proveer mayor cantidad de agua en la vivienda, pero esto provoca un incremento del riesgo sanitario al no existir sistemas adecuados para la disposición del agua generada en la cocina y en el aseo personal.

- En el área de higiene ha faltado la continuidad en los programas y por tanto ha sido bajo su impacto en la disminución del riesgo sanitario y posiblemente en la salud de las personas, especialmente de los niños y niñas. (p. 68-69)

### **2.1.2. Antecedentes Ámbito Nacional**

- **(Sangay, 2014)**, en su tesis sobre la “SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE PARIAMARCA, CAJAMARCA 2014”; plantean como:

#### **Objetivo general:**

Determinar el índice de sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, distrito, provincia, departamento de Cajamarca, basada en los factores: estado de la infraestructura, gestión, operación y mantenimiento. (p.8).

Formula como hipótesis: “El índice de sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca distrito, provincia, departamento de Cajamarca, se encuentra

en un estado regular o está en proceso de deterioro (medianamente sostenible).” (p.6).

**Llega entre otras a las siguientes conclusiones:**

- Se determinó el índice de sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, distrito, provincia, departamento de Cajamarca, alcanzando un valor de 2.85, lo que significa, que se encuentra en un estado regular o en proceso de deterioro (medianamente sostenible).
- Se determinó el índice de sostenibilidad del estado actual de la infraestructura del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, distrito, provincia, departamento de Cajamarca, obteniendo un valor de 3.19, lo que indica, que se encuentra en un estado regular o en proceso de deterioro (medianamente sostenible).
- Se determinó el índice de sostenibilidad de la gestión del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, distrito, provincia, departamento de Cajamarca, hallando un valor de 3, lo que indica, que se encuentra en un estado regular o en proceso de deterioro (medianamente sostenible).
- Se determinó el índice de sostenibilidad de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, distrito, provincia, departamento de Cajamarca, encontrando un valor de 2, lo que significa,

que se encuentra en un estado malo o en grave proceso de deterioro (no es sostenible). (pag. 56).

- **(Soto, 2014)**, en su tesis sobre “LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO NUEVO PERÚ, DISTRITO LA ENCAÑADA - CAJAMARCA 2014”; plantea como:

**Objetivo general:**

Determinar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada-Cajamarca, 2014.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar la sostenibilidad de la infraestructura sanitaria de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito la Encañada - Cajamarca, 2014.
- Determinar la sostenibilidad de la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada - Cajamarca, 2014.
- Determinar la sostenibilidad de la gestión administrativa de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada - Cajamarca, 2014. (pag.47).

Formulan como hipótesis: Actualmente, los sistemas de abastecimiento de agua potable del centro poblado Nuevo Perú, están compuestos de cinco sistemas, los mismos que se

encuentran en estado regular, por lo que se presume tienen una sostenibilidad en proceso de deterioro. (pag. 48).

**Llega entre otras a las siguientes conclusiones:**

- Se logró determinar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentran en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual los sistemas de agua potable no son sostenibles, según la metodología de diagnóstico del Proyecto PROPILAS CARE- PERÚ, cuenta con un índice de sostenibilidad de 2.35.
- Se logró determinar la sostenibilidad de la infraestructura sanitaria de los sistema de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentran en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual la Infraestructura Sanitaria de los sistemas de agua potable no son sostenibles debido a que tiene una cuantificación de 2.39, la cual indica de que la infraestructura se encuentra en regulares condiciones, con poco caudal de agua, poca cobertura, irregular continuidad y una mala calidad del agua:- según la metodología de diagnóstico del Proyecto PROPILAS CARE- PERÚ.
- Se logró determinar la sostenibilidad de la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable en el

centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentran en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual la Operación y mantenimiento del agua potable no son sostenibles debido a que tiene una cuantificación de 2.05, según la metodología de diagnóstico del Proyecto PROPILAS CARE - PERÚ.

- Se logró determinar la sostenibilidad de la gestión administrativa de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentran en estado regular, en proceso de deterioro, motivo por el cual la Gestión Administrativa de los sistemas de agua potable no son sostenibles debido a que tiene una cuantificación de 2.57, según la metodología del Proyecto PROPILAS CARE- PERÚ.  
(pag. 82).

- **(Carmona, 2014)**, en su tesis sobre “SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE DEL CENTRO OTUZCO, DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA” realizada en Cajamarca – Perú, plantea como:

**Objetivos generales:**

Determinar el nivel de sostenibilidad de los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco-distrito de los Baños del Inca.



**Objetivos particulares:**

- Determinar el índice de sostenibilidad de los sistemas de agua potable basada en los factores de: estado de los sistemas, administración, operación y mantenimiento.
- Analizar el factor que más incide en el estado actual de los sistemas de agua potable.
- Elaborar el diagnóstico situacional de los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco-distrito de los Baños del Inca. (pag.4).

Formula como hipótesis: “Los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco no son sostenibles. “ (pag.4).

**Llega a las siguientes conclusiones:**

- Los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco en un 81.8% son sostenibles y el 18.2% son medianamente sostenibles o en estado regular, es decir que 18 sistemas de agua potable son sostenibles y 4 son medianamente sostenibles.
- El factor que más incide en el estado actual de los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco es el *estado del sistema*, dado que el porcentaje de incidencia es del 70%, cuyo valor fue obtenido mediante el análisis de correlación de todos los factores.
- Los porcentajes de incidencia de la administración es 10%, la operación 10% y el mantenimiento es 10%.

- Se elaboró el diagnóstico situacional de los sistemas de agua potable del centro poblado Otuzco, en el cual se concluye lo siguiente:
  - a. El centro poblado Otuzco políticamente está dividido en 24 Caseríos, según el censo del INEI del año 2007 contaba con 7318 habitantes, en la actualidad supera los 10000 habitantes.
  - b. El centro poblado Otuzco, es un centro turístico reconocido a nivel nacional e internacional.
  - c. El centro poblado Otuzco cuenta con 22 sistemas de agua potable, los sistemas de agua potable abarcan desde un Caserío hasta 05 Caseríos.
  - d. Un sistema de agua potable tiene registrado desde 30 usuarios hasta 525, haciendo un total de 3523 usuarios en todo el Centro Poblado.
  - e. Solo el sistema Rinconada Otuzco cuenta con micro medición, cuyo costo es de S/. 0.50 x m<sup>3</sup>, los 21 sistemas restantes pagan desde S/. 0.50 a S/. 1. 50 por mes.
  - f. El periodo de tiempo para la limpieza, desinfección de los sistemas varía de un mes a 3 meses.
  - g. El sistema Rinconada Otuzco cuenta con sistema de bombeo y cloración por goteo, el resto de sistemas es por gravedad y cloración mediante tubo percolador.
  - h. El caserío Luichupucro Alto aún no cuenta con sistema de agua potable dado que está en proceso de

construcción mediante el proyecto PIASA (Proyecto Integral de Agua y Saneamiento).

- La evaluación del estado de la infraestructura muestra a 4 sistemas que superan el valor de 3.5 por lo que se considera sistemas en buen estado, sin embargo el SAP. Otuzco la victoria está en el rango de 2.51-3.5 por lo que se le considera en estado regular.
- La evaluación de la administración a los 5 sistemas ha adquirido puntajes que están en el rango 3.00 - 3.17 Lo que implica que la administración está en estado regular, sin embargo, en la mayoría de sistemas el porcentaje de usuarios morosos supera el 50%, la mayoría de JASS no han recibido cursos de capacitación, tampoco cuentan con los expedientes técnicos actualizados de los sistemas de agua potable y la participación de la mujer es escasa en la mayoría de JASS.
- La evaluación de la operación muestran que los sistemas Rinconada Otuzco y Bajo Otuzco obtuvieron un puntaje de 3.33 (ver cuadro 3.17) para ambos y están en el rango 2.51- 3.50 según el cuadro 3.2 y se los califica como operación medianamente sostenible o en estado regular, los 3 sistemas restantes tienen un puntaje de 2.33 y están en el rango 1.51-2.50 y se le considera como una mala operación debido a que la operación lo realiza los

usuarios y no es remunerado, además la cloración de algunos sistemas no lo realizan de forma mensual.

- La evaluación del mantenimiento muestra que los sistemas la Shacsha Carahuanga y Rinconada Otuzco obtuvieron un puntaje de 3.80 (ver cuadro 3.17) para ambos y están en el rango de 3.51- 4.00 según el cuadro 3.2, y se los clasifica como mantenimiento sostenible o en buen estado. Los tres sistemas restantes están en el rango de 2.51- 3.50, y se los clasifica como medianamente sostenibles o en estado regular. Es importante mencionar son muy pocas las JASS que realizan prácticas de conservación de las áreas de influencia de la fuente.
- El análisis de cloro residual de las 10 muestras de agua muestra la baja cloración y están en el rango de 0 a 0.22 (ver cuadro 3.16) mg/l, lo que normalmente debería ser de 0.5 a 0.9 mg/l.
- Los porcentajes de incidencia de los factores propuestos por la metodología del SIRAS no son aplicables en el presente estudio debido a que no existe una correlación moderada entre los factores y el índice de sostenibilidad.
- Finalmente, como un aporte de esta tesis profesional, se ha presentado una metodología para determinar los porcentajes de incidencia de las variables mediante el método de los coeficientes de correlación. (pag.105).

- **(Casas, 2014)**, en su tesis sobre “LA SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL CERRILLO DE DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA 2014”, plantea como:

**Objetivo general:**

Determinar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado El Cerrillo. (Pag. 10).

Formula como hipótesis: “Actualmente los sistemas de abastecimiento de agua potable del centro poblado El Cerrillo están compuestos de dos sistemas, los mismos que se encuentran en estado regular, por lo que se presume tienen una sostenibilidad en proceso de deterioro.” (pag.66).

**Llega a las siguientes conclusiones:**

- Los sistemas de agua potable del centro poblado El Cerrillo, evaluados mediante la metodología del Sistema de Información Regional de Agua y Saneamiento (SIRAS 2010), cuentan con un índice de sostenibilidad que se encuentra dentro del rango de 2.51 - 3.50, y según la tabla No 3.3 del capítulo 111, se calificó como sistemas medianamente sostenibles.
- Se logró determinar la sostenibilidad de la infraestructura sanitaria, obteniendo un puntaje que se encuentra dentro del rango de 2.51 - 350, lo que permite calificarlo como medianamente sostenible. Se determinó el estado de los componentes de la infraestructura: captación, línea de conducción, reservorio, red de distribución, válvulas de

aire, válvulas de control, válvulas de purga, cámara rompe presión tipo 7, piletas domiciliarias; con un puntaje que está dentro del rango de 1.51-2.50, calificándose en grave proceso de deterioro.

- Se logró determinar la sostenibilidad de la gestión administrativa de los sistemas de agua potable del centro poblado El Cerrillo, obteniéndose un valor ubicado dentro del rango 2.51 - 3.50, permitiendo calificarlo como regular, debido a las debilidades en la gestión y administración del servicio que están bajo la responsabilidad de las JAAS, evidenciada por el pago de tarifas por debajo de lo establecido y en muchos de los casos no pagan por el servicio.
- El resultado obtenido en la evaluación de la sostenibilidad de la operación y mantenimiento es de 2.63 en el caserío Quinuapata, lo que indica que se encuentra en proceso de deterioro, mientras que en el caserío El Cerrillo el valor obtenido es de 2.00, mostrando que éste se encuentra en grave proceso de deterioro, ello debido a la falta de un plan en operación y mantenimiento y organizaciones comunales debidamente capacitadas para gestionarlos.  
(pag.69).

- **(Quiroz, 2013)**, en su tesis sobre “DIAGNOSTICO DEL ESTADO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO SANGAL DISTRITO DE LA ENCANADA, CAJAMARCA”; plantea como:

**Objetivo general:**

Diagnosticar el estado del sistema de agua potable en el caserío de Sangal, del distrito de La Encañada.

**Objetivo particular:**

- Determinar el estado de la infraestructura del sistema de agua potable.
- Determinar la gestión del sistema de agua potable.
- Determinar la operación y mantenimiento del sistema de agua potable. (pag.40).

Formula como hipótesis: “El sistema de agua potable, del caserío de Sangal del distrito de La Encañada, está en grave proceso de deterioro. (pag.40).

**Llega a las conclusiones:**

- El estado del sistema de agua potable del caserío Sangal, distrito de La Encañada, presenta un índice de sostenibilidad de 3.37 eso quiere decir que esta regular en un proceso de deterioro, lo cual la hipótesis de esta investigación no fue comprobada.
- El estado en que se encuentra la infraestructura del sistema de agua se obtiene un puntaje de 3.25 y de acuerdo a la tabla No 04, es regulara ya que le falta

algunos componentes como válvulas de puga, válvulas de aire, válvulas de paso, así como también las cajas de válvulas de las cámaras rompe presión para su buen funcionamiento de toda la infraestructura.

- El estado de la gestión del sistema de agua potable se obtiene un puntaje de 3.48 y de acuerdo a la tabla No 04 la gestión es regular ya que tienen un manejo adecuado de los instrumentos de gestión, tienen una cuota mensual de S/. 2.00 nuevos soles, no tienen expediente técnico, pero por gestión de la junta directiva hay un estudio de pre inversión del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable elaborado por la Municipalidad Distrital de La Encañada.
  - El estado de operación y mantenimiento obtenemos un puntaje de 3.50 y de acuerdo a la tabla No 04 la operación y mantenimiento es regular ya que tienen un plan de mantenimiento el cual lo cumplen con la participación de todos los usuarios, se realiza la limpieza y desinfección periódicamente y en tiempo de máximas avenidas se realiza con más frecuencia, la cloración se realiza todos los días ya que no se utiliza el hipoclorador.
- (pag. 76).



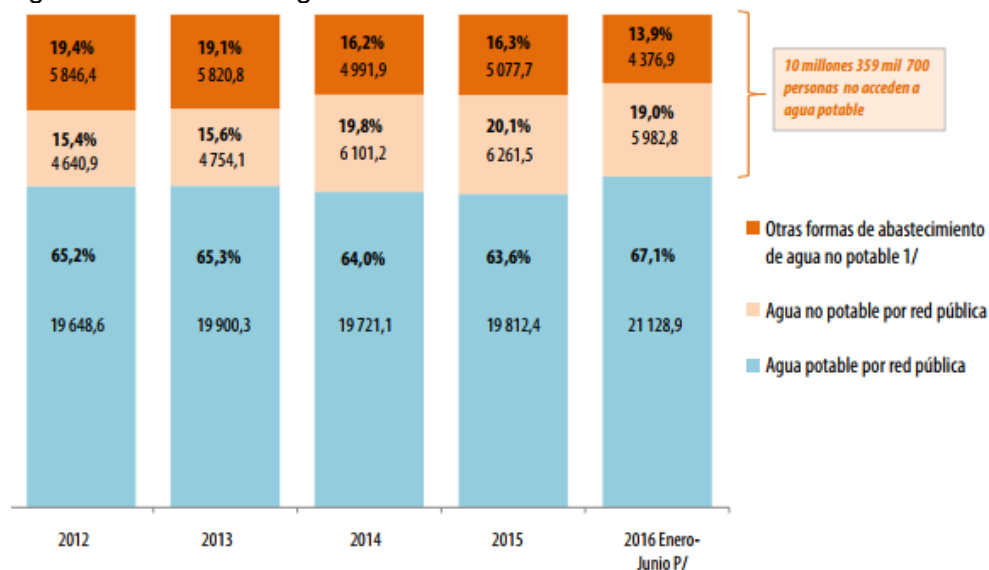
### 2.1.3. Antecedentes Ámbito Local

- Según, “**INEI pone en Síntesis Estadística**” Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico 2016” se refiere a los medios o formas que utilizan las personas para acceder al agua para fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar.

Al primer semestre del presente año, se estima que existe en el país 31 millones 488 mil 600 personas, de este total el 86.1% acceden a agua por red pública, (67.1% agua potable y 19.0% agua no potable) y el 13.9% consumen agua no potable proveniente de río, manantial, camión cisterna o pileta de uso público.

Es decir, existen en el país 10 millones 359 mil 700 personas (32,9%) que consumen agua no potable, de las cuales 5 millones 982 mil 800 (19,0%) corresponden a población que tiene en sus viviendas agua proveniente de red pública y 4 millones 376 mil 900 (13,9%), a personas que consumen agua proveniente de otras fuentes (río, manantial, lluvia, camión cisterna o pilón de uso público).

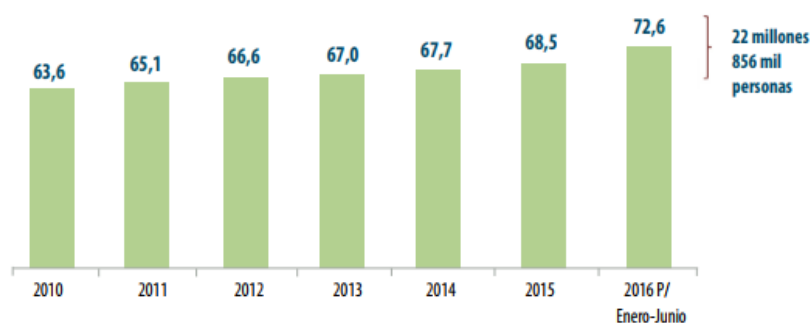
Figura 1: Población según formas de abastecimiento: 2012 - 2016



Fuente: INEI: formas de acceso al agua y saneamiento básico, 2016.

Al primer semestre del año 2016, el 72,6% de la población del país, que equivale a 22 millones 856 mil personas, tienen en sus viviendas desagüe por red pública de alcantarillado (68,9% dentro de la vivienda y el 3,7% red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio). Asimismo, el 11,1% (3 millones 505 mil) eliminan las excretas mediante letrina, el 8,7% (2 millones 744 mil) por pozo séptico y el 7,6% (2 millones 383 mil) no cuentan con alguna forma adecuada de eliminación de excretas.

Figura 2: población que accede a la red pública de alcantarillado:2010 -2016



Fuente: INEI: encuesta nacional de hogares ENAHO.

Casi una tercera parte (31,0%) de la población del área rural elimina las excretas mediante letrina y el 28,5% por pozo séptico. Sin embargo, el 21,6% no cuenta con servicios higiénicos adecuados y elimina las excretas al aire libre, en río, acequia, entre otras formas.

- Con **D.L N° 657 (1991)**, en la década de los noventa, se creó el Fondo Nacional de Compensación para el Desarrollo Social (FONCODES). Este organismo desarrollaba una política orientada únicamente a la construcción de la infraestructura, descuidando los aspectos de promoción social de la comunidad y la sostenibilidad. La inversión sectorial entre los años 1990 y 1999 fue de unos 430 millones de dólares, con financiamiento de FONCODES, otras entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (ONGs).

A continuación, se muestra los proyectos que se ejecutaron con FONCODES en la década de los 90 en el distrito de Sañayca.

- Construcción de desagüe Sañayca con una inversión de S/. 166,216.00 ciento sesenta y seis mil doscientos dieciséis nuevos soles en el año 1998.
- Construcción de agua potable Laccaicca con una inversión de S/. 48,073.00 cuarenta y ocho mil setenta y tres nuevos soles en el año 1999.

- Construcción de letrinas Laccaicca con una inversión de S/. 19,189.00 diecinueve mil ciento ochenta y nueve soles en el año 1998.
  - Construcción de agua potable Pucahuasi con una inversión de S/. 76,500.00 setenta y seis mil quinientos nuevos soles en el año 2005.
  - Construcción de letrinas Pucahuasi con una inversión de S/. 34,355.00 treinta y cuatro mil trescientos cincuenta y cinco nuevos soles en el año 1999.
  - Construcción de agua potable Huaracco con una inversión de S/. 57,997.00 cincuenta y siete mil novecientos noventa y siete nuevos soles en el año 1999.
  - Construcción de agua potable Huarquiza con una inversión de S/. 55100.00 cincuenta y cinco mil cien nuevos soles en el año 1995.
- Por otra parte, el **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento** (MVCS), tiene como política de estado cerrar las brechas en agua potable y saneamiento básico rural para el año 2030, conllevando a financiar todo proyectos relacionados con agua potable y saneamiento básico rural. Con la descentralización del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se crea el Centro de Atención al Ciudadano (CAC-APURÍMAC) y el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR), sito en Av. El Arco 110 – Tamburco a cargo del Arq. Marco Aníbal Gamarra Samanez, con finalidad de atender

las necesidades de la población Apurimeña en agua potable y saneamiento básico rural.

El Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) cumple la función de brindar asistencia técnica en: asesoramiento y evaluación de proyectos, monitoreo de obras en ejecución, asistencia social y asistencia en sostenibilidad, todo esto referido a proyectos de agua potable y saneamiento básico rural en Apurímac.

A continuación, se muestra los principales proyectos que se ejecutan y se ejecutarán en el **Distrito de Sañayca** con financiamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

- MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO INTEGRAL EN LOS CENTROS POBLADOS DE HUAYARA, CHAPACULLO-UTANI, HUARACCO Y OCCARALLA, DISTRITO DE SAÑAYCA - AYMARAES – APURÍMAC con una inversión de S/. 1'714,079.00, este proyecto inicio el 15 de septiembre del 2015, teniendo una fecha de término real el 28 de julio del 2016, se encuentra paralizada hasta el día de hoy por falta de presupuesto y la mala elaboración del expediente técnico.
- CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE PUCAHUASI, DISTRITO DE SAÑAYCA,

PROVINCIA DE AYMARAE – APURIMAC con una inversión de S/.1'853,096.00, este proyecto se encuentra en expediente técnico y en evaluación en fase de calidad observado.

- CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARQUIZA, DISTRITO DE SAÑAYCA, PROVINCIA DE AYMARAE – APURÍMAC con una inversión de S/. 1'201,039.00, este proyecto se encuentra en expediente técnico y en evaluación en fase calidad no corresponde.
- AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLANTA DE TRATAMIENTO Y AGUA POTABLE SAÑAYCA, DISTRITO DE SANAYCA - AYMARAE – APURÍMAC con una inversión de S/.4'450,186.00, este proyecto se encuentra en expediente técnico y en evaluación en fase asignación de puntaje aprobada.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. SOSTENIBILIDAD**

La sostenibilidad, nace de la preocupación por el uso racional de los recursos naturales y productivos desde un punto de vista ambiental, social y económico. El informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD, 1998) a la que debemos uno de los primeros intentos de introducir el concepto de sostenibilidad o

sustentabilidad: “El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para sus propias necesidades” (Macedo, 2005).

La sostenibilidad hoy se convierte en un requisito indispensable para la generación del desarrollo, es así que, el Banco Mundial define la sostenibilidad como "la habilidad de un proyecto para mantener un nivel aceptable del flujo de beneficios a través de su vida económica, el cual puede ser expresado en términos cuantitativos y cualitativos" (Valdez et al. 1997).

La sostenibilidad es el mantenimiento de un nivel de servicio aceptable de abastecimiento de agua y saneamiento a lo largo de la vida útil o de diseño de los sistemas. Involucra los aspectos: técnico, social, económico/financiero, ambiental e institucional (CEPIS, 2009).

### **Sostenibilidad técnica.**

Que tiene como objeto la de ofertar e implementar infraestructura y tecnología adecuada, accesible al usuario en su manejo, aplicación y utilidad.

### **Sostenibilidad social.**

Que permita generar competencias en los actores sociales para la autogestión, administración y uso del servicio y recursos hídricos, propiciando la reversión de la resistencia al pago del servicio, la cultura del ahorro y uso del agua.

**Sostenibilidad económica.**

Es buscar estrategias de gestión que les permita reducir los costos por administración, recaudar fondos para el mantenimiento de la infraestructura y asegurar la calidad del servicio, la continuidad y uso adecuado del agua; o la implementación de modalidades del costo compartido que permite valorar el esfuerzo desplegado por la familia y garantiza la sostenibilidad de las obras.

**Sostenibilidad ambiental.**

Que busca la conservación de recurso hídrico y minimizar los efectos e impactos en el medio ambiente.

**Sostenibilidad institucional.**

Permite generar el soporte y participación inter institucional adecuado en el periodo de post intervención que vigile la continuidad de la calidad de los servicios y el cambio de conductas saludables en las familias usuarias.

**2.2.2. METODOLOGÍA SIRAS (Sistema de Información Regional en Agua Y Saneamiento, 2010)**

La metodología SIRAS nace en Cajamarca, CARE Perú a través del Proyecto Piloto para Fortalecer la Gestión Regional y Local en Agua y Saneamiento en el Marco de la Descentralización – PROPILAS con el apoyo técnico y financiero de la Cooperación Suiza en su fase de intervención (2002-2008), elaboró y validó un sistema de información en agua y saneamiento, denominado el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento – SIRAS, que comprende un conjunto de procesos articulados que diversos



actores ejecutan bajo el liderazgo de DRVCS, con el propósito de recoger, consolidar, procesar, analizar y distribuir información actual sobre agua y saneamiento a nivel regional.

### 2.2.3. DEFINICIÓN DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD Y FACTORES.

Las categorías que se utilizarán son de sistemas sostenibles, medianamente sostenibles, no sostenibles y colapsados.

**A. Sistema sostenible.** Se ha definido como sistema sostenible a un sistema que cuenta con una infraestructura en buenas condiciones, que permite brindar el servicio en óptimas condiciones de calidad, cantidad y continuidad, con una cobertura que ha evolucionado según el crecimiento previsto en el expediente técnico; con una directiva con el total de sus miembros, dentro de los cuales se tiene a una o varias mujeres; que está operado eficientemente y que recibe mantenimiento periódico.

**B. Sistema medianamente sostenible.** Estos sistemas son los que presentan un proceso de deterioro en la infraestructura, ocasionando fallas en el servicio en cuanto a la continuidad, cantidad o calidad; donde la deficiente gestión ha permitido una disminución en la cobertura y deficiencias en el manejo económico, tales como morosidad o no pago por el servicio. La operación y mantenimiento no son los adecuados existiendo fallas en el servicio.

Estos sistemas, de no tomarse medidas correctivas, pueden pasar a ser no sostenibles ya que su tendencia es al deterioro de la infraestructura y a la deficiencia en el servicio.

**C. Sistema no sostenible.** Son los sistemas que tienen fallas significativas en su infraestructura y cuyo servicio se vuelve muy deficiente en cantidad, continuidad y calidad, llegando la cobertura a disminuir y la gestión dirigencial a reducirse a uno o dos dirigentes.

Estos sistemas son aun recuperables, si se hacen inversiones en una rehabilitación del sistema y una reorganización de las directivas, además necesitan capacitación en gestión, operación y mantenimiento.

**D. Sistemas colapsados.** Son sistemas que están totalmente abandonados y que ya no brindan el servicio, que no tienen junta directiva. Estos sistemas necesitan formular otro expediente o hacer un sistema nuevo si se quiere volver a brindar el servicio (Siras, 2010).

#### **E. Organizaciones rurales**

**Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS):**

Asociación civil que se encarga, de manera exclusiva, de la prestación de servicios de saneamiento en uno o más centros poblados del ámbito rural.

**Asamblea general:** órgano supremo de decisión de la JASS conformado por la totalidad de asociados.

**Asociado:** Persona inscrita en el padrón de asociados como representante de los usuarios de los servicios de saneamiento de una vivienda. Una vivienda solo puede tener un asociado.

**Centro poblado del ámbito rural:** Centro poblado que no excede los 2000 habitantes, de acuerdo a las definiciones y cifras oficiales del INEI. Excepcionalmente la SUNASS podrá incluir dentro de esta

calificación o excluir de la misma a centros poblados, de acuerdo a criterios previamente establecidos.

**Consejo directivo:** Órgano de administración de la JASS, que es elegido por la Asamblea General y está conformada por su Presidente, Secretario, Tesorero y dos vocales.

**Cuota familiar:** Aporte obligatorio mensual de cada uno de los asociados, destinado a cubrir los gastos relacionados a la prestación de servicios de saneamiento que tiene a su cargo la JASS. El monto de la cuota familiar para cada uno de los asociados es el mismo y es aprobado en Asamblea General.

**Padrón de asociados:** Libro debidamente legalizado en el que se inscriben los asociados.

**Plan operativo anual de trabajo:** Conjunto de actividades vinculadas a la prestación de servicios de saneamiento, programadas por la JASS para ser ejecutadas durante los próximos doce (12) meses. El plan operativo anual de trabajo es aprobado por la asamblea general.

**Prestación de servicios de saneamiento:** Suministro del servicio de saneamiento por una JASS a un usuario determinado. Para la realización de esta actividad la JASS puede o no ser propietaria de la infraestructura de saneamiento. servicio de saneamiento: organización comunal y conjunto de instalaciones y equipos de una JASS, destinados a cubrir las necesidades colectivas de salubridad.

En el diagnostico provincial de agua y saneamiento provincia de Jaén, realizado en toda la provincia de Jaén por la Municipalidad

provincial de Jaén, Cosude, Care y Propilas (2006), consideran algunas definiciones que a continuación se presentan:

**El estado del sistema:** Evalúa primordialmente el estado de la infraestructura en todas sus partes. Se analiza la relación que tiene con la continuidad del servicio, la cantidad del recurso hídrico y la calidad del agua; así como con la cobertura del servicio y su evolución.

**La gestión de los servicios:** La gestión comprende la administración del sistema tanto en los aspectos organizacionales, económicos e ínter institucionales.

**Gestión comunal:** Busca el cumplimiento de obligaciones y exigencia de sus derechos, hacia la apropiación del sistema.

La participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, Participación en asambleas, buen uso de la conexión domiciliaria o el apoyo que brindan a las directivas.

**Gestión dirigencial:** Referida a la administración de los servicios, legalización de su organización, manejo económico, búsqueda de asesoramiento o conformación de organizaciones mayores como comités distritales, provinciales o regionales. Gestiones ante otras instituciones (control de la calidad del agua), conformaciones de empresas, etc. cumplimiento de sus obligaciones y respeto a los derechos de los usuarios.

**La operación y mantenimiento:** Referida a una buena operación y mantenimiento del servicio, distribución de caudales, manejo de válvulas, limpieza, cloración del sistema, desinfección, reparaciones,

presencia de un operador y sectorización, como también, la disponibilidad de herramientas, repuestos y accesorios para reemplazos o reparaciones; protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento y el servicio que se brinda a domicilio.

**Gestión:** Conjunto de métodos, procedimientos y estrategias combinadas que se aplican para desarrollar procesos de organización, planificación y control de una empresa.

**Gestión de los servicios de saneamiento:** Administración de los servicios de saneamiento que garantiza una buena calidad del agua, sostenibilidad de los servicios y eficiencia empresarial.

**Sistema de suministro de agua potable:** El agua potable es agua dulce que puede ser consumida por personas y animales sin peligro de adquirir enfermedades. El sistema de suministro de agua potable es un procedimiento de obras, de ingeniería que con un conjunto de tuberías enlazadas nos permite llevar el agua potable hasta los hogares de las personas de una ciudad, municipio o área rural comparativamente tupida. (Tixe, 2004)

**Operación:** Es el conjunto de acciones y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente según las especificaciones del diseño.

**Mantenimiento del sistema:** se realiza con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones.

**a) Mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento preventivo comprende el conjunto de actividades necesarias que se realizan periódicamente para prevenir fallas en las instalaciones y equipos del sistema de agua y sus componentes.

**b) Mantenimiento correctivo.**

El Mantenimiento correctivo consiste en todos los trabajos que se realizan cuando algún componente del sistema de abastecimiento de agua se ha dañado y ocasiona situaciones de emergencia de tal manera que se tiene que reparar a lo inmediato para restablecer el servicio de suministro de agua.

Cabe mencionar que aun cuando se tenga el mayor esmero y se aplique los mejores métodos de mantenimiento preventivo, es normal que de vez en cuando surjan daños inesperados en las instalaciones.

Para que el mantenimiento correctivo sea eficiente se deberá de disponer del personal competente y necesario, de los materiales, repuestos, accesorios, y de las herramientas indispensables (Agüero,2003).

**2.2.4. DEFINICIÓN DE FACTORES DE SOSTENIBILIDAD**

***Estado del sistema:*** Se refiere al estado de la infraestructura y al servicio que brinda y que abarca a los índices que dependen del estado mismo de la infraestructura (no exclusivamente), como son la continuidad, la cantidad, la calidad y la cobertura.

***Gestión.*** Referida a la gestión comunal y dirigencial.

**a) Gestión comunal.** Cumplimiento de sus obligaciones y exigencia de sus derechos, apropiación del sistema. La participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, participación en asambleas, manejo del agua y mantenimiento de la conexión domiciliaria, mejoramiento en la higiene personal o el apoyo que brindan a las directivas.

**b) Gestión dirigencial.** Referida a la administración de los servicios, legalización de su organización, manejo económico, búsqueda de asesoramiento o conformación de organizaciones mayores como comités distritales, provinciales o mesas de concertación. Gestiones ante otras instituciones (control de la calidad del agua), conformaciones de empresas, etc. Cumplimiento de sus obligaciones y respeto a los derechos de los usuarios. En muchos casos esta gestión (en especial el manejo económico) es causal para una reacción positiva o negativa por parte de los usuarios.

**c) Operación y mantenimiento.** Definida como la buena, regular o mala operación y mantenimiento que se le da al servicio, en el manejo de las llaves, sectorizaciones, o en cuanto a la limpieza, desinfección y cloración del sistema, reparaciones, presencia de un operador o disponibilidad de herramientas, repuesta y accesorio para reemplazos o reparaciones. Protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento (Siras, 2010).

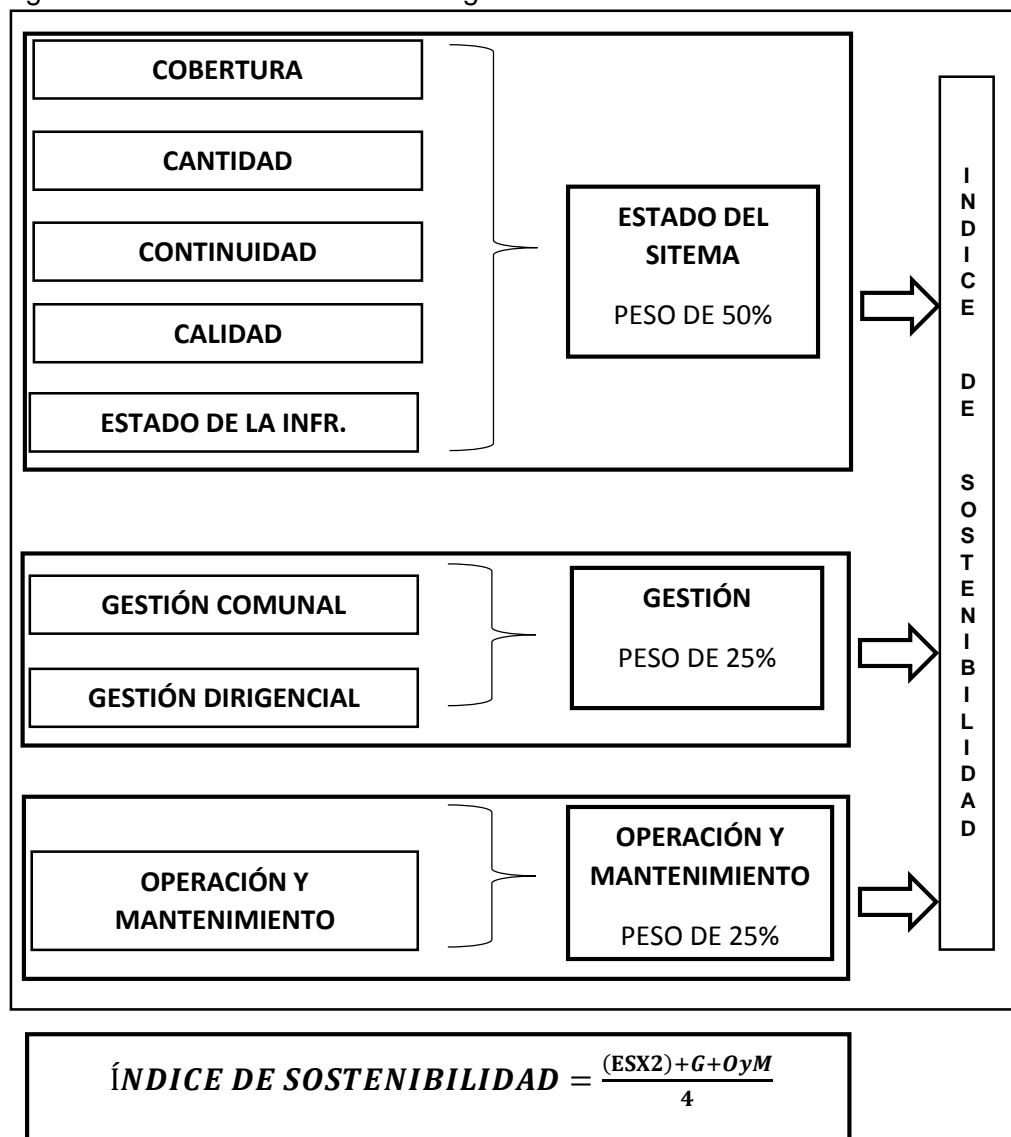
### 2.2.5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS

La metodología SIRAS, nos muestra que la evaluación de los sistemas se obtiene a través de la generación del índice de sostenibilidad, obtenido de la cuantificación de 3 factores:

- El estado del sistema con un 50%,
- La gestión de los servicios que brindan a través de los sistemas 25%,
- Operación y mantenimiento del sistema un 25%.

criterios de evaluación para los sistemas de agua potable y saneamiento.

Figura 3: Criterios de evaluación según Método SIRAS





*Tabla 1: Calificación de la sostenibilidad de los sistemas de agua*

ESTADO	CUALIFICACION	PUNTAJE	
Bueno	Sostenible	3.51 – 4	
Regular	Medianamente sostenible	2.51 – 3.50	
Malo	No sostenible	1.51 – 2.50	
Muy Malo	Colapsado	1 – 1.50	

*FUENTE: compendio SIRAS – 2010*

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **INFRAESTRUCTURA SANITARIA**

Es la organización en redes de unidades perimetrales capaces de proveer servicios básicos de salud, con los recursos locales disponibles, para las más urgentes necesidades de la población. (SEAPAL, 2017).

- **AGUA POTABLE**

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema (Pittman, 1997).

- **CALIDAD DE AGUA**

Características físicas, químicas y bacteriológicas del agua que lo hacen aptos para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor (R.N.E, 2011).

- **CAPTACIÓN**

Son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea.

Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud (Rodríguez, 2001).

- **LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

se refiere al transporte de agua que conecta la captación con la estación de depuración o tanque de almacenamiento, se hace mediante una línea de conducción. Como la captación se encuentra en un nivel más alto que el del reservorio, la energía que haga circular el agua será la gravedad; además la línea de conducción de calculará para el día de máximo consumo (Vierendel, 2009).

- **RESERVORIO**

Son unidades destinadas a compensar las variables horarias de caudal, garantizar la alimentación de la red de distribución, en casos de emergencia o cuando un equipo de bombeo trabaja varias horas al día únicamente, proveyendo el agua necesaria para el mantenimiento de presiones en la red de distribución (Rivera 2004).

- **HIPOCLORADOR**

Es un tanque pequeño que se construye generalmente encima del tanque de almacenamiento, en el cual se introduce la solución madre de cloro, la cual se utilizará para desinfectar el agua contenida en el tanque (Ordoñez, 2002).

- **RED DE DISTRIBUCIÓN**

Se llama red de distribución al conjunto de tuberías que partiendo del reservorio de distribución y siguiendo su desarrollo por las calles de la ciudad sirven para llevar el agua potable al consumidor. Forman parte de la red de distribución accesorios como: Válvulas,

hidrantes, reservorios reguladores ubicados en diversas zonas, etc. (Vierendel, 2009).

- **VÁLVULAS DE AIRE**

Son accesorios que remueven o admiten en una forma automática el aire desplazado o necesario para el flujo normal de la tubería, en función de la presión presentada. Estos dispositivos se usan únicamente en la línea de conducción y se colocan en los puntos altos de ésta. Se protegen por medio de una caja de concreto (Rivera 2004).

- **VÁLVULAS DE PURGA**

Son accesorios que se ubican en las líneas de aducción con topografía accidentada, la cual existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo que resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías (Arrocha, 1977).

- **CÁMARAS ROMPE PRESIÓN**

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería (Agüero, 1997).

- **UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS)**

La UBS, es una estructura que cuenta con un inodoro, lavadero multiuso, ducha y conducto de evacuación (RM 173-2016-VIVIENDA).

- **POZO SÉPTICO**

Es un hoyo o cámara de forma circular o cuadrada con un diámetro no menor a un 1m y máximo 1.80m si es circular, en caso de ser rectangular el lado mínimo es de 1m y el lado máximo menor a 1.60m (RM 173-2016-VIVIENDA).

- **SOSTENIBILIDAD EN LOS SERVICIOS DE AGUA**

Se define como el mantenimiento de un nivel aceptable de los servicios durante el período de vida diseñada para el sistema, con el cuidado de la fuente y del medio ambiente (Katz y Sara 1998).

- **SISTEMA DE SANEAMIENTO**

Servicio de abastecimiento de agua potable, servicio de alcantarillado sanitario y pluvial y servicio de disposición sanitaria de excretas.

- **SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA (SDA)**

Comprende la infraestructura para el almacenamiento, redes de distribución y dispositivos de entrega tales como conexiones domiciliarias (SUNASS, 2008a).

- **SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGUA (SPA)**

Comprende la infraestructura para la captación, conducción de agua cruda y almacenamiento (Ibíd, 2008a).

## **2.4. BASES LEGALES**

Las normas que se rigen a los sistemas de agua potable y saneamiento básico rural, que actualmente la SUNASS tendrá que intervenir en zonas urbanas y rurales de formar reguladora, supervisora y fiscalizadora a nivel nacional.

- D.S N°007-2017-Vivienda, Decreto supremo que aprueba la política nacional de saneamiento.
- D.L N°1280, Decreto legislativo que aprueba la ley Marco de la gestión y prestación de los servicios de saneamiento, amplía las funciones del regulador, del ámbito urbano al rural y de EPS a todo tipo de prestadores de servicio de agua y saneamiento.
- D.L N°1285, Decreto ley de recursos hídricos y establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimientos y a los instrumentos de gestión ambiental.
- R.M N°173-2016-Vivienda, resolución ministerial que aprueba la guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural
- R.M N°189-2017-Vivienda, modifican los lineamientos para la formulación de programas o proyectos de agua y saneamiento para los centros poblados del ámbito rural.
- DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.
- DS N°011-2006-Vivienda, Aprueban 66 Normas Técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.

- RNE- Reglamento Nacional de Edificaciones (Obras de Saneamiento y Instalaciones Sanitarias).
- R J N° 007-2015-ANA (uso de agua y autorización de ejecución de obras en fuentes naturales de agua).

### **III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. HIPOTESIS**

##### **3.1.1. Hipótesis General**

El sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, Distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017 cumple con el nivel de sostenibilidad.

##### **3.1.2. Hipótesis Específica**

- El estado del sistema de agua potable, saneamiento básico se encuentra en óptimas condiciones y funcionando correctamente incidiendo en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017.
- La operación y mantenimiento en el sistema de agua potable, saneamiento básico se desarrollan de manera continua y con las condiciones debidas incidiendo en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017.
- La gestión de los servicios en el sistema de agua potable, saneamiento básico cumple con el desarrollo de sus actividades continuamente incidiendo en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017.

### 3.2. MÉTODO

#### **Método Deductivo**

Dávila Newman, Gladys define el método deductivo, cuando el hombre tiene unificación de las ideas se tiene el concepto de veracidad.

El método deductivo para Esther Maya define que es una forma de razonamiento que parte de una verdad universal para obtener conclusiones particulares.

En la investigación se parte de lo general, el sistema de agua potable y saneamiento básico en la localidad de Laccaicca es sostenible, se llegó a la conclusión, la infraestructura sanitaria, gestión de los servicios, operación y mantenimiento son sostenibles respectivamente.

### 3.3. TIPO DE INVESTIGACION

Según Tam Málaga J, Vera G y Olivero Ramos R. (2008), la investigación básica tiene como objetivo mejorar el conocimiento, más que generar resultados o tecnologías que beneficien a la sociedad en el futuro inmediato, este tipo de investigación es esencial para el beneficio socioeconómico a largo plazo.

Por lo que la investigación es de tipo **básica**, beneficiará a futuros proyectos de sistema de agua potable y saneamiento en el aspecto económico y de sus usuarios en el aspecto, social y cultural.

### 3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Manifiestan que el nivel descriptivo tiene como objetivo la descripción de los fenómenos a describir, tal como es y cómo se manifiesta en el momento y utiliza la observación, así como la relación de sus variables, por lo tanto, es de nivel **Descriptivo-Correlacional**.

### 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Roberto Hernández Sampieri (1997) “La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables” (p.205).

En la investigación no se manipula las variables por lo tanto es una investigación **no experimental**.

Según Roberto Hernández Sampieri (1997)” Los diseños de investigación transversal o transeccional recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p. 205).

El instrumento de recolección de datos fue mediante encuestas en un periodo determinado. Es por ello que es de **diseño transversal**.



### 3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

**Variable dependiente:** Sostenibilidad

**Variable independiente:** Sistema de agua potable, saneamiento básico rural

*Tabla 2: Cuadro de variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO BÁSICO</b>	Estado del sistema	A.1 Cantidad
		A.2 Cobertura
		A.3 Continuidad
		A.4 Estado de la infraestructura
	Gestión de los servicios	B.1 Abastecimiento de agua
		B.2 Disposición de excretas, basura y agua gris
		B.3 Aspectos de salud
		B.4 Gestión
	Operación y mantenimiento	Plan de mantenimiento
		Participación de usuarios
		Limpieza y desinfección
		Cloración
		Conservación de fuente
		Servicio de gasfitería
		Herramientas disponibles
<b>SOSTENIBILIDAD</b>	Sostenible	Puntaje: 3.51 – 4
	Medianamente Sostenible	Puntaje: 2.51 – 3.50
	No Sostenible	Puntaje: 1.51 – 2.50
	Colapsado	Puntaje: 1 – 1.50

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Población de estudio.**

La población en estudio se tomó el distrito de Sañayca – Apurímac, quien cuenta con seis sistemas de agua potable y tres con saneamiento básico rural, las cuales cuenta con 1450 habitantes en su población.

#### **Muestra.**

Para determinar la muestra se utilizó el método no probabilístico cuyo tipo de muestreo utilizado es por conveniencia y criterio técnico, motivo por el cual se eligió la localidad de Laccaicca que cuenta 01 sistema de agua potable con dos puntos de agua que son captados y saneamiento básico rural con UBS – Pozo Septico.

Además, cuenta con 64 habitantes y 31 usuarios del sistema de agua potable y saneamiento básico rural.

#### **Unidad de análisis.**

Para la evaluación de la variable propuesta, se tomó en cuenta tres tipos de unidades de análisis para este caso:

- Los usuarios del sistema de agua, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca.
- La junta administradora de los servicios de saneamiento (JASS) de la localidad de Laccaicca.
- Los componentes de la infraestructura del sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca.

### 3.8. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las recolecciones de datos son de los agentes directamente involucrados como son: Área Técnica Municipal (ATM), Junta Administrativo de los Servicios de Saneamiento (JASS), los usuarios del servicio y el sistema de agua potable y saneamiento básico rural.

Con técnicas y/o instrumentos que se detalla a continuación:

Tabla 3: cuadro de técnicas y instrumentos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Formatos N°01, N°02 y N°03
Encuesta	Cámara fotográfica
Diseño	Estación total
	GPS navegador
	Guía práctica del MVCS
	Equipo de medida de cloro residual
	Ficha Bibliográfica

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para recoger la información en campo se utilizaron los siguientes formatos:

**Formato N°01:** Permite obtener información sobre el estado actual de cada uno de los componentes del sistema, mediante la observación directa y la operación de los diferentes accesorios que forman parte de la infraestructura del sistema, realizando todo el recorrido juntamente con el operador del sistema que es miembro de la junta administradora. Con el levantamiento topográfico de todo el sistema y de los usuarios es una herramienta primordial para alcanzar los objetivos trazados. Se evalúa lo siguiente:

### **Estado del sistema**

- A. Ubicación del sistema
- B. Cobertura del servicio
- C. Cantidad de agua
- D. Continuidad del servicio
- E. Calidad de agua
- F. Estado de la infraestructura

**Formato N°02:** Permite obtener información acerca del comportamiento familiar en la gestión de los servicios del sistema. Para ello se entrevista a todos los usuarios quien brindo información necesaria acerca de los factores antes mencionados.

### **Gestión de los servicios**

- A. Abastecimiento y manejo del agua
- B. Disposición y eliminación de excretas, basuras y aguas grises
- C. Aspectos de salud

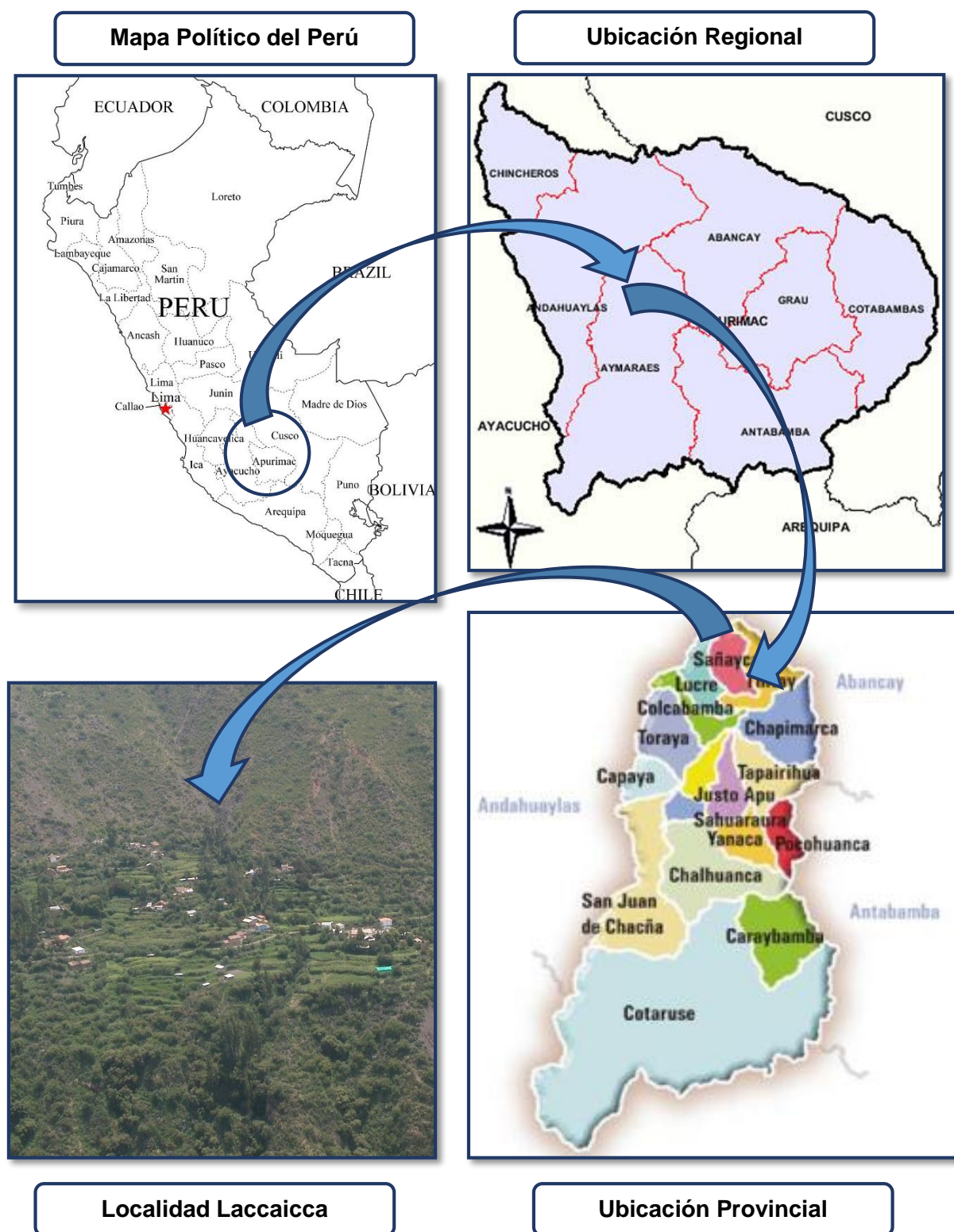
**Formato N°03:** Permite obtener información acerca de la operación y mantenimiento. Para ello se entrevista a la junta administradora quien brindo información necesaria acerca de los factores antes mencionados.

- A. Operación y mantenimiento

Con los formatos N°01, N°02 y N°03 se asigna puntajes de acuerdo a la metodología SIRAS y se evalúa (ES= 50%, G=25% y Oym=25%) de ahí se calcula en índice de sostenibilidad que nos dará el estado actual del sistema de agua potable, saneamiento básico de la localidad de Laccaicca.

### 3.10. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Ubicación del área de estudio:



El distrito está ubicado en la provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac; geográficamente se ubica entre los Andes Centrales sector sur y al oeste de la cordillera occidental siendo sus coordenadas geográficas 14°12'33'' latitud sur y 73°21'43'' longitud oeste, del meridiano Greewich. El distrito cuenta con una extensión de 448.9 km<sup>2</sup>, uno de sus localidades es Laccaicca que cuenta con 64 habitantes.

*Tabla 4: Población total según INEI*

<b>Censos</b>	<b>Población</b>	<b>Fuente</b>
<b>INEI</b>	<b>Total</b>	
1993	75	<a href="http://censos.inei.gob.pe/">http://censos.inei.gob.pe/</a>
2007	59	<a href="http://censos.inei.gob.pe/">http://censos.inei.gob.pe/</a>

<b>LOCALIDAD</b>	<b>COORDENADA UTM</b>		<b>COTA</b>
	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	
<b>Laccaicca</b>	681292	8425628	2950

*Fuente: Elaboración propia*

La principal vía para acceso para llegar a la localidad de Laccaicca se parte por la carretera asfaltada interoceánica Abancay – Santa Rosa (70+130 Kms.), a partir de Santa Rosa se toma la misma carretera hasta el ramal de Laccaicca (1+815 kms), partiendo del ramal hasta la localidad de Laccaicca (4+055kms).

### 3.10.1. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD

#### 3.10.1.1. ESTADO DEL SISTEMA (ES)

La población actual es de 64 habitantes de acuerdo al padrón de usuarios que cuenta la JASS, pero de acuerdo al SIRAS el cálculo de la población actual es la cantidad de usuarios multiplicado por el número de personas promedio que habita en una vivienda de acuerdo a datos del INEI, este dato es usado para el cálculo de los componentes en cobertura y cantidad de agua.

- **Cobertura del servicio de agua potable V1-1:**

Primera dimensión “cobertura” consta de una sola pregunta P16.1 y se utilizó la siguiente formula:

$$\text{N° de personas atendibles: } Cob = \frac{P17 \times 86400}{D}$$

$$Cob = \frac{0.362 \times 86400}{80} = 390.96 \text{ personas (A)}$$

Donde:

P17: caudal de la fuente en época de sequía en Lt/se

D: dotación de agua. MVCS es de 80 Lt/persona/día con arrastre hidráulico.

$$\text{N° de personas atendidas: } P16.1 \times P9$$

$$= 31 \times 3.28 = 101.68 \text{ personas (B)}$$

Donde:

P16.1: número de familias que se benefician con el agua potable

P9: promedio de integrantes por familia según el INEI



Como **A > B**, entonces corresponde **4 puntos**

- **Cobertura en saneamiento básico V1-2:**

Para el cálculo de cobertura consta de las preguntas 16.2 y 16.3 y se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% Cob = \frac{P16.2}{P16.3} \times 100$$

$$\% Cob = \frac{28}{31} \times 100$$

$$= 90.32 \%$$

Donde:

P16.2: número de familias con saneamiento básico

P16.3: número de familias total en la localidad

**100% < % Cob ≤ 80%, entonces corresponde 3 puntos**



Entonces el cálculo final de “COBERTURA DEL SISTEMA” estaría dado por:

$$Cobertura = \frac{V1 - 1 + V1 - 2}{2}$$

$$Cobertura = \frac{4+3}{2} = 3.5 \text{ puntos} = V1$$

- **Cantidad de agua (V2):**

Para el cálculo de cantidad de agua se hará uso de 4 preguntas P17 – P20.

$$\text{Volumen demandado} = P18 \times P9 \times D \times 1.3 +$$

$$P20 \times (P16.1 - P18) \times D \times 1.3$$

$$= 31 \times 3.28 \times 80 \times 1.3 + 2 \times (31 - 31) \times 80 \times 1.3$$

$$= 10574.72 \text{ lt}$$

**Donde:**

D: dotación

P18: número de conexiones domiciliarias



P9: promedio de integrantes por familia según INEI

P20: número de piletas publicas

P16: número de familias que se benefician con el agua potable


$$\text{Volumen ofertado} = P17 \times 86400$$

$$= 0.362 \times 86400$$

$$= 31276.8 \text{ lt}$$

Donde:

P17: caudal de la fuente en época de sequía en l/s

 Entonces el cálculo final de “CANTIDAD DEL AGUA” estaría dado por:

**Volumen ofertado > Volumen demandado**

**Cantidad de agua = 4 puntos = V2**

- **Continuidad del servicio V3:**

Para el cálculo de continuidad del servicio se hará uso de preguntas P21 y P22.

P21= el caudal de la fuente es permanente: 4 puntos

P22= Todo el día durante todo el año: 4 puntos

$$\text{Continuidad} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos}$$

**Continuidad del servicio= 4 puntos= V3**

- **Calidad del agua V4:**

Para el cálculo de calidad del agua se hará uso de las preguntas P23 -P27.

$$\text{Calidad} = \frac{P23 + P24 + P25 + P26 + P27}{5}$$

$$\text{Calidad} = \frac{4+4+4+4+4}{5} = 4 \text{ puntos}$$

Donde:

P23: colocan cloro en el agua en forma periódica

P24: tiene cloro residual ideal

P25: el agua que se consume es clara

P26: se realiza el análisis bacteriológico en los últimos meses

P27: supervisa la calidad de agua el MINSA

**Calidad del agua= 4 puntos = V4**

- **Estado de la infraestructura V5:**

a) **Captación:** consta de preguntas P28 – P30

**P28:** el sistema tiene 2 captaciones

**P29:** el cerco perimétrico de las dos captaciones se encuentra en buen estado lo cual indica **4 puntos**

**P30:** llenar el cuadro de Estado Actual de la Estructura

**P30.1:** estado de las válvulas

$$P30.1 = \frac{4+1}{2} = 2.5 \text{ puntos}$$

**P30.2:** estado de tapas sanitarias

$$P30.2 = \frac{\text{puntaje de la tapa} + \text{puntaje del seguro}}{2}$$

$$P30.2b = \frac{4+4}{4} + \frac{4+4}{4} = 4 \text{ puntos}$$

$$P30.2c = \frac{1+4}{4} + \frac{4+4}{4} = 3.25 \text{ puntos}$$

$$\textbf{P30.2.: puntaje total de las tapas} = \frac{4+3.25}{2} = \textbf{3.63 puntos}$$

**P30.3:** estado de la estructura es buena entonces 4 puntos

**P30.4:** puntaje de los accesorios está dado por:


$$P30.4a: \text{canastilla} = \frac{1+4}{2} = 2.5 \text{ puntos}$$

P30.4b: tubería de limpia y rebose está en buen estado  
entonces 4 puntos

P30.4c: dado de protección no tiene entonces 1 punto

$$P30.4 = \frac{2.5+4+1}{3} = 2.5 \text{ puntos}$$

$$P30 = \frac{P30.1+P30.2+P30.3+P30.4}{4}$$


$$P30 = \frac{2.5+3.63+4+2.5}{4} = 3.16 \text{ punto}$$

$$\text{CAPTACIÓN} = \frac{P29+P30}{2} = \frac{4+3.16}{2} = 3.58 \text{ PUNTOS}$$

b) Caja o buzón de reunión:

NO PRESENTA

c) Cámara rompe presión – CRP6:

Consta de preguntas de P34 – P39

**P36:** cerco perimétrico y estado de infraestructura

$$P36 = \frac{A+B}{P35} = \frac{1+1}{2} = 1 \text{ punto}$$

Donde:

A, B: no tienen cerco perimétrico las cámaras CRP 6:

P35: número de cámaras rompe presión CRP 6

**P37:** dado por 3 componentes: tapa, estructura y accesorios.

**P37.1:** el puntaje de la tapa sanitaria de CRP - 6

$$P37.1. = \frac{(PUNTAJE \text{ DE TAPA} + PUNTAJE \text{ DE SEGURO})}{2}$$

$$P37.1. = \frac{4+4}{4} + \frac{4+4}{4} = 4 \text{ puntos}$$

**P37.2.:** estado de la estructura es buena, puntaje 4 puntos.

**P37.3:** puntaje de los accesorios está dado por:


P37.3a: canastilla en buen estado: 4 puntos

P37.3b: tubería de limpia y rebose está en buen estado: 4 puntos.

P37.3c: dado de protección no tienes: 1 punto

$$P37.3 = \frac{P37.3a + P37.3b + P37.3c}{3} = \frac{4+4+1}{3} = 3 \text{ puntos}$$

$$P37 = \frac{P37.1 + P37.2 + P37.3}{3}$$


$$P30 = \frac{4+4+3}{3} = 3.67 \text{ puntos}$$

Nota: el sistema tiene dos cámaras rompe presión CRP-6, su evaluación es para cada uno.

$$CRP-6 = \frac{P36 + P37}{2} = \frac{1 + 3.67}{2} = 2.34 \text{ puntos}$$

d) Línea de conducción:

Consta de preguntas P40-P43

P41: la tubería está enterrado totalmente: 4 puntos

**LÍNEA DE CONDUCCIÓN = 4 puntos**

e) Planta de tratamiento de aguas:

**NO PRESENTA**

f) Reservorio:

Consta de preguntas P47 – P49

**P48:** tiene cerco perimétrico: 4 puntos

**P49:** está dado por el promedio 15 componentes descritos a continuación:

$$P49.1a = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+4}{2} = 4$$

$$P49.1b = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+4}{2} = 4$$

$$P49.1 = \frac{P49.1a + P49.1b}{2} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos}$$

**P49.2:** el reservorio se encuentra en buen estado: 4

**P49.3:** la caja de válvulas en buen estado: 4

**P49.4:** canastilla en buen estado: 4

**P49.5:** tubería de limpia y rebose en buen estado: 4

**P49.6:** cuenta con tubería de ventilación: 4

**P49.7:** cuenta con hipoclorador: 4

**P49.8:** no tiene válvula flotadora: 1

**P49.9:** válvula de entrada en buen estado: 4

**P49.10:** válvula de salida en buen estado: 4

**P49.11:** cuenta con válvula de desagüe: 4

**P49.12:** no cuenta con nivel estático: 1

**P49.13:** no tiene dado de protección: 1

**P49.14:** tiene cloración por goteo: 4

**P49.15:** cuenta con grifo de desagüe: 4

$$P49 = \frac{\sum P49.1 \text{ A } P49.15}{15}$$

$$P49 = \frac{4+4+4+4+4+4+4+1+4+4+4+1+1+4+4}{15} = 3.4 \text{ puntos}$$

$$\text{RESERVORIO} = \frac{P48+P49}{2} = \frac{4+3.4}{2} = 3.7 \text{ puntos}$$

**g) Línea de aducción y red de distribución:**

Consta de preguntas P50 – P52

**P50:** cubierta parcialmente: 3 puntos

**h) Válvulas:**

Consta solo de la pregunta P53

A: tiene válvula purga y necesita: 4 puntos

B: válvula de control en buen estado: 4 puntos

$$\text{VALVULA} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos}$$

i) **Cámara rompe presión – CRP 7:**

Consta de preguntas P54 – P57

P55: cuenta 01 CRP-7

**P56:** no cuenta con cerco perimétrico: 1 punto

**P57:** estado de la infraestructura

**P57.1:** estado de tapas sanitarias y su seguro

$$P57.1.1 = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+4}{2} = 4$$

$$P57.1.2 = \frac{(PUNTAJE DE TAPA + PUNTAJE DE SEGURO)}{2} = \frac{4+4}{2} = 4$$

$$P57.1 = \frac{P57.1.1 + P57.1.2}{2} = \frac{4+4}{2} = 4 \text{ puntos}$$

**P57.2** = el estado de la estructura es buena: 4 puntos

**P57.3** = puntaje de accesorios está dado por:

P57.3.1: cuenta con canastilla: 4

P57.3.2: tubería de limpia y rebose se encuentra en buen estado: 4

P57.3.3: válvula de control en buen estado: 4

P57.3.4: válvula flotadora en buen estado: 4

P57.3.5: no cuenta con dado de protección: 1

$$P57.3 = \frac{4+4+4+4+1}{5} = 3.4 \text{ puntos}$$

$$P57 = \frac{P57.1 + P57.2 + P57.3}{3} = \frac{4+4+3.4}{3} = 3.8 \text{ puntos}$$

$$CRP-7 = \frac{P56 + P57}{2} = \frac{1+3.8}{2} = 2.4 \text{ puntos}$$

j) **Piletas públicas:**

Consta de la pregunta P58

P58.1= pedestal en buen estado: 4 puntos

P58.2= válvula de paso en buen estado: 4 puntos

P58.3= grifo en buen estado: 4 puntos

$$\text{PILETA PUBLICA} = \frac{P58.1 + P58.2 + P58.3}{3} = \frac{4+4+4}{3} = 4 \text{ puntos}$$

**k) Piletas domiciliarias:**

Consta de la pregunta P59

**P59.1=** estado de pedestal

$$P59.1 = \frac{\sum \text{CASA 01 A CASA 31}}{31}$$

$$P59.1 = \frac{(29*4) + (2*1)}{31} = 3.81 \text{ puntos}$$

**P59.2=** estado de válvulas

$$P59.2 = \frac{\sum \text{CASA 01 A CASA 31}}{31}$$

$$P59.2 = \frac{(30*4) + (1*1)}{31} = 3.90 \text{ puntos}$$

**P59.3=** estado de grifo

$$P59.3 = \frac{\sum \text{CASA 01 A CASA 31}}{31}$$

$$P59.3 = \frac{(31*4)}{31} = 4 \text{ puntos}$$

$$\text{PILETA DOMICILIARIA} = \frac{P59.1 + P59.2 + P59.3}{3}$$

$$= \frac{3.81 + 3.90 + 4}{3} = 3.90 \text{ puntos}$$

**l) UBS con pozo séptico:**

Consta de la pregunta P60 y se realiza a las 28 familias que cuentan con UBS con pozo séptico.

$$P60 = \frac{\sum \text{de P60.1 A P60.11}}{11}$$

$$P60 \text{ casa 01} = \frac{4+4+4+4+4+4+4+4+4}{9} = 4 \text{ puntos}$$

Donde:

P60.1: puerta metálica en buen estado: 4

P60.2: cobertura con teja andina: 4

P60.3: muros y revoques en buen estado: 4

P60.4: ubs en buen estado: 4

P60.5: inodoro en buen estado: 4

P60.6: ducha en buen estado: 4

P60.7: válvula y accesorios en buen estado: 4

P60.8: lavadero multiuso en buen estado: 4

P60.9: cámara repartidora: no se considera

P60.10: cámara seca: no se considera

P60.11: pozo séptico en buen estado: 4

$$\text{UBS} = \frac{\sum \text{de CASA 01 A CASA 28}}{28}$$

$$\frac{4+4+4+3.67+4+3.67+4+4+4+4+4+4+4+2.89+4+4+4+4+4+4+4+4+4+4+4+4+4}{28}$$

**UBS = 3.94 puntos**

El cálculo final para la QUINTA VARIABLE (V5) ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, es el promedio de las obras que tienen puntaje, siguiendo la tabla de puntajes.

$$\text{V5} = \frac{(1)+(2)+(3)+(4)+(5)+(6)+(7)+(8)+(9)+(10)+(11)+(12)}{12}$$

**Infraestructura del sistema agua potable y saneamiento**

$$= \frac{3.58+2.34+4++3.7+3+4++2.4+4+3.9+3.94}{10}$$

**= 3.45 puntaje = V5**

El puntaje del primer factor: ESTADO DEL SISTEMA – ES está dado por el promedio de las cinco variables determinantes:



- 1) COBERTURA = V1 = 3.5 puntaje
- 2) CANTIDAD = V2 = 4 puntaje
- 3) CONTINUIDAD = V3 = 4 puntaje
- 4) CALIDAD= V4 = 4 puntaje
- 5) INFRAESTRUCTURA= V5 = 3.45 puntaje

$$ES = \frac{V1+V2+V3+V4+V5}{5} = \frac{3.5+4+4+4+3.45}{5} = 3.79 \text{ puntaje}$$

### 3.10.1.2. GESTIÓN DE LOS SERVICIOS

#### a) Disposición de Excretas, basuras y agua grises

Consta de preguntas P70 – P74

Donde:

P70: disposición de excretas en UBS: 4 puntos

P73: eliminación de basura en tachos de basura: 4 puntos

P74: eliminación de agua usada en pozo séptico: 3.70 puntos

Nota: la encuesta sobre gestión de los servicios se realizó a los 31 usuarios del servicio de agua potable y saneamiento.

$$PDE = \frac{4+4+3.70}{3} = 3.9 \text{ puntos}$$

#### b) Gestionando la administración

Consta de preguntas P81 – P95

P81: el responsable de la administración del servicio de agua es el JASS reconocida: 4 puntos

P83: el expediente técnico lo tiene la municipalidad: 2 puntos

P84: instrumentos de gestión que usan son 5: 4 puntos

P85: el número de usuarios que existe en el padrón es igual al número de familias que se benefician con el sistema: 4 puntos

P86: existe una cuota familiar: 4 puntos

P87: la cuota es de S/. 2.00: 3 puntos

P88: los que no pagan la cuota

$$P88 = \frac{Q}{P16} \times 100 = \frac{1}{31} \times 100 = 3.23\%$$

Como esta 0% - 10% entonces tiene: 4 puntos

Donde:

Q: usuario que no paga cuota familiar

P16: número de usuarios

P89: la directiva se junta 3 veces al año: 4 puntos

P90: a los dos años cambia la directiva: 4 puntos

P91: el jefe de hogar escoje el modelo de pileta: 3.2 puntos

P92: dos mujeres participan en la directiva: 4 puntos

P93: han recibido charlas: 4 puntos

P94: tipos de cursos que reciben

$$P94: \frac{A+B+C+D+G}{5} = \frac{4+3.4+3.2+3+2.5}{5} = 2.62 \text{ puntos}$$

P95: si se realizó nuevas inversiones: 4 puntos

El puntaje del segundo factor: GESTION – G está dado por el promedio de las preguntas calificadas.

$$G = \frac{PDE+P81+P83+P84+P85+P86+P87+P88+P89+P90+P91+P92+P93+P94+P95}{15}$$

$$G = \frac{3.9+4+2+4+4+4+3+4+4+4+3.2+4+4+2.62+4}{15}$$

$$G = 3.65 \text{ PUNTOS}$$

### 3.10.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Consta de preguntas P97 – P104

P97: si existe un plan de mantenimiento: 4 puntos

P98: el usuario participa en el plan de mantenimiento. 4 puntos

P99: dos veces al año limpieza y desinfección: 2 puntos

P100: cloración entre 15 y 30 días: 4 puntos

P101: se practica la forestación en captación: 3 puntos

P102: el gasfitero se encarga de servicios: 4 puntos

P103: tiene remuneración el gasfitero: 4 puntos

P104: el sistema cuenta con herramientas: 4 puntos

El puntaje del tercer factor: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO –

OyM está dado por el promedio de las preguntas:

$$\text{OyM} = \frac{P97+P98+P99+P100+P101+P102+P103+P104}{8}$$

$$\text{OyM} = \frac{4+4+2+4+3+4+4+4}{8}$$

**OyM = 3.63 PUNTOS**

El índice de sostenibilidad será calculado de acuerdo a los puntajes obtenidos en los factores evaluados:

1) Estado del sistema.....(ES=3.79)

2) Gestión.....(G=3.65)

3) Operación y mantenimiento.....(OyM=3.63)

$$\text{Índice de sostenibilidad} = \frac{(ES*2)+G+OyM}{4}$$

**Índice de sostenibilidad =  $\frac{(3.79*2)+3.65+3.63}{4} = 3.66$**

Por lo tanto, el índice de sostenibilidad del sistema de acuerdo a la tabla 1, que califica la sostenibilidad del sistema, **es sostenible**.

### 3.11. CONTRAPRUEBA DEL ESTADO DEL SISTEMA

#### 3.11.1. CÁLCULO DE AFORAMIENTO CAPTACIÓN - LACCAICCA

**Nombre de manantial:** Millo

**Coordenada:** norte (8423588), este (679938) y cota (3207)

El método utilizado para el aforamiento del caudal en la captación es **Método Volumétrico** que consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal (lt/seg).

$$Q = V/T$$

Donde:

Q: caudal en lt/seg

V: volumen de recipiente en lt

T: tiempo en seg

**El presidente de la JASS informa la disminución del caudal de aforo en la captación (MILLO) a la DRVCS, dando lugar a la medición del caudal de aforo nuevamente el 02 de marzo del 2018 en época de lluvia.**

Tabla 5: Aforo de caudal Q3– Millo

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)	Caudal (lt/seg)
01	04	35	0.114
02	04	33	0.121
03	04	34	0.121
04	04	33	0.121
05	04	35	0.114
Promedio			<b>0.118</b>

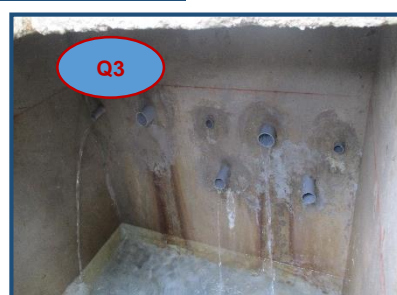


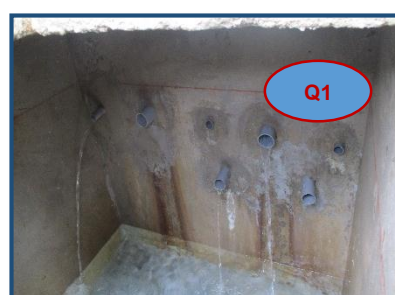
Tabla 6: Aforo de caudal Q2– Millo

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)	Caudal (lt/seg)
01	04	28	0.143
02	04	29	0.138
03	04	29	0.138
04	04	29	0.138
05	04	28	0.143
Promedio			<b>0.140</b>



Tabla 7: Aforo de caudal Q1– Millo

N° de pruebas	Volumen (litros)	Tiempo (seg)	Caudal (lt/seg)
01	04	38	0.105
02	04	39	0.103
03	04	39	0.103
04	04	38	0.105
05	04	38	0.105
Promedio			<b>0.104</b>



$$\text{Q Aforo} = \text{Q1} + \text{Q2} + \text{Q3}$$

$$\text{Q Aforo} = 0.118 + 0.140 + 0.104 = \mathbf{0.362 \text{ lt/seg}}$$

En la figura 04 se puede apreciar los llorones de donde salen el caudal de la captación, identificados con sus respectivos caudales.

**La toma de caudales de la captación (MILLO), realizada juntamente con la Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento.**

Tabla 8: Registro de caudal – DRVCS (28/04/2017)

Caudal total Qt (lt/seg)		
Estiaje	Lluvia	Aforo
0.9 lt/seg	1.2 lt/seg	0.9 lt/seg

*Fuente: DRVCS – 2017*

**La toma de caudales de la captación (MILLO), realizada el 06/11/2018.**

El caudal es  $Q_3 = 0.18$  lt/s,  $Q_2 = 0.12$  lt/s y  $Q_1 = 0.18$  lt/s dando un caudal total de  $Q = 0.48$  lt/s tal como lo indica el acta de conformidad del estudio volumétrico firmada por el presidente de JASS y presidente de la comunidad de Laccaica.

figura 4: Vista de la cámara húmeda – Millo 02



*Fuente: propia*

Se puede apreciar que el caudal crítico es de 0362 lt/s tomado en el mes de marzo del 2018, dato que se usara para la comparación de los caudales  $Q_{pa}$ ,  $Q_{md}$  y  $Q_{mh}$  en un tiempo de 20 años de vida útil para su respectivo calculo hidráulico de los componentes del sistema de agua.

### 3.11.2. CÁLCULO POBLACIÓN DE DISEÑO, DEMANDA DE AGUA – LACCAICCA

Base de datos:

N° Viviendas : 31 Viv.  
 Densidad : 3.28 Hab/Viv  
 Población actual : 64  
 Tasa de crecimiento : 1.0 %  
 Periodo de diseño : t = 20 Años  
 Población educativa : ninguna

Tabla 9: Tasa de crecimiento poblacional medio anual

DEPARTAMENTOS	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.7	1.6	1.5	1.3
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
SIERRA				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
SELVA				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Fuente: INEI – Tasa de crecimiento medio anual según departamentos

Tabla 10: Población total según INEI

Censos INEI	Población Total	Fuente
1993	75	<a href="http://censos.inei.gob.pe/">http://censos.inei.gob.pe/</a>
2007	59	<a href="http://censos.inei.gob.pe/">http://censos.inei.gob.pe/</a>

- **Población futura:**

Para el cálculo de la población futura el reglamento RM N° 173 – VIVIENDA indica con respecto al índice de crecimiento poblacional (r) si este valor es negativo se adoptará una población futura similar a la actual (r=0), en el caso es necesario contar con el padrón de usuarios actualizado a la fecha de formulación del estudio, el proyectista podrá adoptar la tasa de crecimiento distrital.

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{rt}{100} \right)$$

$$Pf-20 = 64 * \left( 1 + \frac{1\% * 20}{100} \right) = 77 \text{ Hab.}$$

La población futura en 20 años será de 77 habitantes en la localidad de Iaccaicca según el método racional del RM – 173 – 2016- VIVIENDA.



- **Dotación:**

Tabla 11: Dotación (l/hab/día) y tipo de UBS AH ámbito rural

TIPO UBS	COSTA	SIERRA	SELVA
Con Arrastre Hidráulico	90	80	100
Sin Arrastre Hidráulico	60	50	70

Fuente: RM N°173-2016-VIVENDA

- **Coeficiente de variación de consumo:**

Tabla 12: Coeficiente de Variación

Consumo máximo diario	K1	= 1.3
Consumo máximo horario	K2	= 2.00
Regulación de reservorio	K3	= 0.25
Variación anual	Gr	= 1.20
Variación estacional	Ko	= 0.10
Caudal fuente - mínimo	Qf	= 0.362 lt/seg

Fuente: RM N°173-2016-VIVENDA

**a) Consumo promedio anual:**

$$Q1 = \frac{Pf \cdot D}{86400}$$

- Consumo promedio anual (t=20 años)

$$Q1 = \frac{77 \cdot 80}{86400} = 0.071 \text{ lt/seg}$$

- Consumo promedio anual (t= 0 años)

$$Q1 = \frac{64 \cdot 80}{86400} = 0.059 \text{ lt/seg}$$

**b) Consumo máximo diario:**

$$Q_{md} = k_1 Q_m$$

- Consumo máximo diario (t= 20 años)

$$Q_{md} = 1.3 * 0.071 = 0.092 \text{ lt/seg}$$

- Consumo máximo diario (t=0 años)

$$Q_{md} = 1.3 * 0.059 = 0.077 \text{ lt/seg}$$

**c) Consumo máximo horario:**

$$Q_{mh} = k_2 Q_m$$

- Consumo máximo horario (t= 20 años)

$$Q_{mh} = 2.0 * 0.071 = 0.142 \text{ lt/seg}$$

- Consumo máximo horario (t=0 años)

$$Q_{mh} = 2.0 * 0.059 = 0.118 \text{ lt/seg}$$

**d) Caudal mínimo que debe rendir la fuente:**

$$Q_{mf} = \frac{P_f . D . k_1 . (1 + K_o) . Gr}{86400}$$

- Caudal mínimo que debe rendir la fuente (t=20 años)

$$Q_1 = \frac{77 * 80 * 1.3 * (1 + 0.1) * 1.2}{86400} = 0.122 \text{ lt/seg}$$

- Caudal mínimo que debe rendir (t= 0 años)

$$Q_1 = \frac{64 * 80 * 1.3 * (1 + 0.1) * 1.2}{86400} = 0.102 \text{ lt/seg}$$

### 3.11.3. CÁLCULO DE CAMARA DE CAPTACIÓN – MILLO

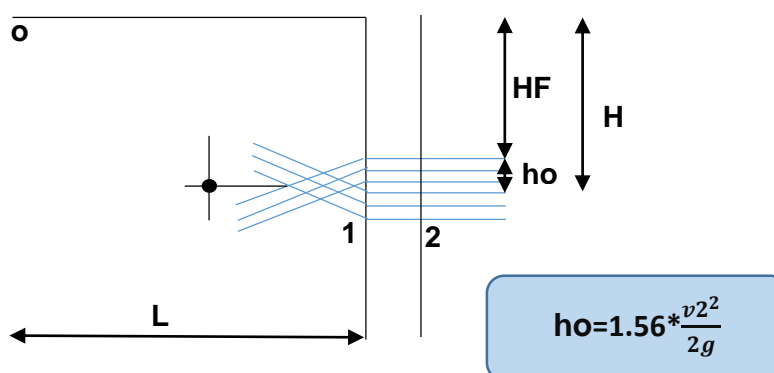
Datos de captación:

Nombre de Manantial: Millo

Coordenada: norte (8423588), este (679938) y cota (3207)

#### a) Calculo de distancia entre afloramiento y cámara húmeda (L)

En primer lugar, se calcula la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase,  $h_o$ .



Donde:

$h_o$ : carga necesaria sobre el orificio de entrada (m)

$v_2$ : velocidad de pase ( $\leq 0.6$  m/seg)

$cd$ : coeficiente de descarga ( $cd=0.8$ )

Asumimos:

$V_2 = 0.5$  m/seg

Altura ( $H$ )= 0.40 m

$$h_o = 1.56 * \frac{0.5^2}{2 * 9.81}$$

$$h_o = 0.02 \text{ m}$$

En la ilustración anterior se observa:

$$H = H_f + h_o$$

$$\text{Entonces } H_f = 0.40 - 0.02$$

$$H_f = 0.38$$

Como  $H_f = 0.30 * L$ , la distancia entre afloramiento y cámara húmeda se obtiene de la siguiente expresión.

$$L = \frac{Hf}{0.3} = \frac{0.38}{0.3} = 1.27\text{m}$$

#### b) Cálculo de ancho de pantalla (b)

Primeramente, se calcula el diámetro de la tubería de entrada (D), el cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q_{\max}}{C_d \cdot V}$$

Considerando el reporte de la DRVCS dice, que el caudal máximo de la fuente (Q<sub>max.</sub>) es 1.2 lt/seg, una velocidad de pase V=0.5 m/seg y un coeficiente de descarga C<sub>d</sub>=0.8 tenemos:

$$A = \frac{1.2 \text{ lt/seg}}{0.8 \cdot 0.5 \text{ m/seg}} = 30 \text{ cm}^2$$

El diámetro de la tubería será definido mediante:

$$D = \left( \frac{4A}{\pi} \right)^{1/2}$$

$$D = \left( \frac{4 \cdot 30}{\pi} \right)^{1/2} = 6.18 \text{ cm} = 2 \frac{1}{2}''$$

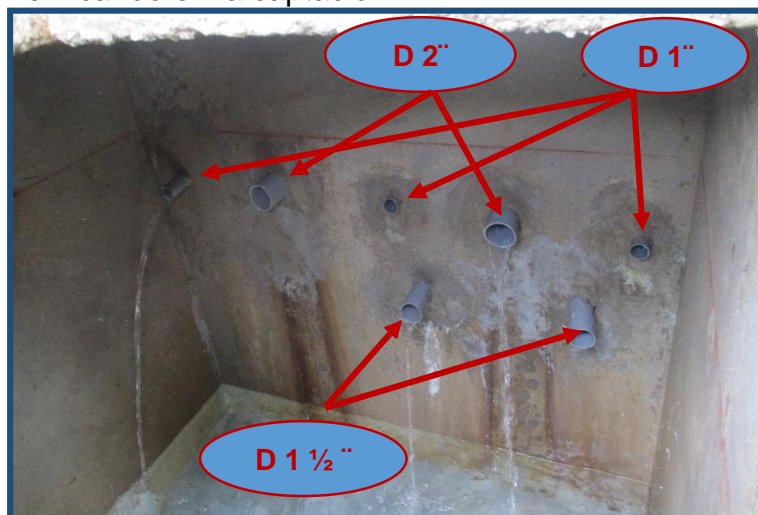
#### Cálculo del número de orificios (NA)

Como el diámetro calculado de 2 ½" es mayor que el diámetro máximo recomendado de 2", en el diseño se asume de 1 ½ " que será utilizado para determinar el número de orificios (NA).

$$NA = \left( \frac{D \left( \frac{2 \frac{1}{2}}{1 \frac{1}{2}} \right)}{D \left( \frac{1 \frac{1}{2}}{1 \frac{1}{2}} \right)} \right)^2 + 1$$

$$NA = \left( \frac{6.35 \text{ cm}}{3.81 \text{ cm}} \right)^2 + 1 = 3.78, \text{ asumiendo } NA=4 \text{ } \varnothing 1 \frac{1}{2}''$$

Verificando en la captación:



### **Cálculo del ancho de pantalla (b)**

Conocido el diámetro del orificio D de 1 ½ " y el número de agujeros (NA) igual a 4, el ancho de pantalla (b) se determina mediante la ecuación siguiente:

$$b = 2(6D) + NA \cdot D + 3D(NA-1)$$

$$b = 2(6 \cdot 1.5) + 4 \cdot 1.5 + 3 \cdot 1.5(4-1) = 37.5 \text{ pulg}$$

**b = 95.25 cm:** para el diseño se asume 1m de la sección interna de la cámara húmeda.

### **c) Altura de la Cámara Húmeda (Ht)**

Para determinar la altura de la cámara húmeda (Ht) se utiliza la siguiente ecuación:

$$Ht = A + B + H + D + E$$

Donde:

A: altura mínima de **10 cm** que permite la sedimentación

B: diámetro de salida (1 ½ " = **3.81 cm**)

H: altura de agua sobre la canastilla (> 30 cm), debe permitir que el gasto de salida de la captación fluya por la tubería de conducción a una velocidad v.

$$H = 1.56 \cdot \frac{v^2}{2g} = 1.56 \cdot \frac{Q_{md}^2}{2g \cdot A^2}$$

Donde:

Qmd: gasto máximo diario en m<sup>3</sup>/seg (0.000098)

A: área de la tubería de salida en m<sup>2</sup> (0.00013)

g: aceleración gravitacional (9.81 m/seg)

$$H = 1.56 \cdot \frac{0.000098^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.00013^2} = 4.52 \text{ cm}$$

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de **H= 30 cm**.

**D:** desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (**mínimo 5 cm**).

**E:** borde libre (30 cm)

$$H_t = A + B + H + D + E$$

$$H_t = 10 + 3.81 + 30 + 5 + 30 = 78.81 \text{ cm}$$

En el diseño se considera una altura de **1.00 m**

#### d) Dimensionamiento de la canastilla

El diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc), es de 1". Para el diseño se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el "Dc" por consiguiente:

$$D \text{ canastilla} = 2 \cdot 1" = 2"$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3Dc y menor a 6Dc.

$$L = 3 \cdot 1" = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = 6 \cdot 1" = 15.24 \text{ cm}$$

L asumido = 15 cm.

Ancho de la ranura= 5 mm

Largo de la ranura= 7mm

$$A_r = 35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Área total de ranuras  $A_t = 2A_c$ , considerando  $A_c$  como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

$$A_c = \frac{\pi \cdot D_c^2}{4}$$

$$A_c = \frac{\pi \cdot 0.0254^2}{4} = 0.0005 \text{ m}^2$$

$$A_t = 2 A_c = 2 \cdot 0.0005 = 0.001 \text{ m}^2$$

El valor de  $A_t$  no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ ).

$$A_g = 0.5 \cdot D_g \cdot L = 0.02394 \text{ m}^2 \text{ para } D_g = 3'' \text{ y } L = 15 \text{ cm}$$

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} = \frac{0.001}{0.000035} = 29 \text{ ranuras}$$

#### e) Cálculo de tubería de rebose y limpia

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = \frac{0.71 \cdot Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde:

D: diámetro en plg

Q: gasto máximo de la fuente (1.2 lt/seg)

$h_f$ : pérdida de carga unitaria (0.015 m/m)

$$D = \frac{0.71 \cdot 1.2^{0.38}}{0.015^{0.21}} = 1.84 \text{ pulg} = 2 \text{ pulg} \text{ y cono de rebose } 2 \times 4 \text{ pulg}$$

### **3.11.4. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

**Datos:**

El método utilizado para el cálculo de la línea de conducción en conductos a presión, es la de Hazen – Willian de acuerdo a la RM N° 173-2016-VIVIENDA “Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”. Esta fórmula esta aplicada en una hoja Excel que es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamientos hidráulico rugoso y con diámetro mayores a 2pulg. La norma contempla para tuberías menores a 2 pulg. el empleo de la fórmula de Fair-Whiple; sin embargo, se puede utilizar la fórmula de Hazen – Willian, con cuya ecuación los fabricantes de nuestro país elaboran sus nomogramas en los que incluyen diámetros menores a 2pulg.

#### **Parámetro de diseño**

- **Aspectos Generales**

Debe estar libre de acometidas

El diámetro minimo de la línea de conducción y de aducción es de 25 mm (1 pulg.).

Se evitará pendientes mayores del 30% para evitar velocidades excesivas, e inferiores al 0.5%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.

- **Caudales de diseño**

La línea de conducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario Qmd. Si el



suministro fuera discontinuo, se diseñara para el caudal máximo horario.

La línea de aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario Q<sub>mh</sub>.

- **Velocidades de diseño**

La velocidad no será menor a 0.6 m/s

La velocidad máxima admisible será de 3m/s, pudiendo alcanzar los 5m/s si se justifica razonablemente

**Nombre de manantial:** Millo

**Captación Coordenada:** norte (8423588), este (679938)

**Reservorio coordenada:** norte (8425379), este (681227)

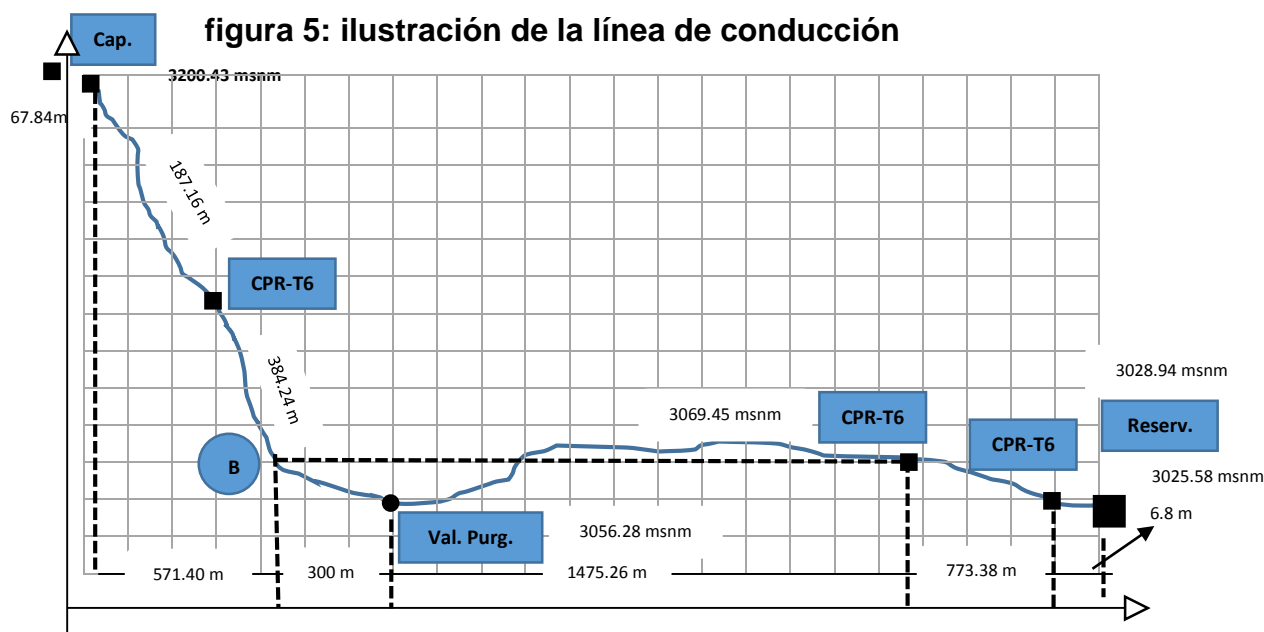


Tabla 13: Identificación de tramos en la línea de conducción

Tramo	Longitud (metros)	Cotas (msnm)		Diferencia (metros)
		Inicial	Final	
Cap.-B	571.40	3200.43	3069.45	130.98
B-CPR-T6	1775.26	3069.45	3069.45	0.00
CPR-T6 - CPR-T6	773.38	3069.45	3028.94	40.51
CPR-T6-R	6.80	3028.94	3025.58	3.36

Fuente: Elaboración Propia

Datos del sistema de agua potable:

- $t = 20$  años;  $Q_{md} = 0.092$  lt/seg
- $t = 0$  años;  $Q_{md} = 0.077$  lt/seg

### ANÁLISIS PRELIMINAR

Para el cálculo de la línea de conducción existente se toma la tubería PVC encontrado en situ, clase 10 y  $C=150$ . El diámetro es de 1 pulg. y las longitudes de acuerdo al levantamiento topográfico realizado.

Columna 1: identificación de tramos críticos

Columna 2: caudal de diseño ( $Q_{md}$ ) en l/s

Columna 3: longitud total del tramo en m

Columna 4: cota inicial del terreno en el tramo (m.s.n.m.)

Columna 5: cota final del terreno en el tramo (m.s.n.m.)

Columna 6: desnivel del terreno en m. este valor es igual a la diferencia de la col. 4 y 5.

Columna 7: diámetro calculado (pulg.).

$$D = \left( \frac{Q}{0.0004264 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$$

$$Q = 0.077 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

$$Hf = \frac{130.98 * 1000}{571.40}$$

Se obtiene  $D = 0.352$  pulg., la RM N°173- 2016-VIVIENDA recomienda diámetro mínimo de 1 pulg.

Columna 8: velocidad de flujo en m/s.

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$$

$$Q = 0.077 \text{ l/s}$$

$$D = 1 \text{ pgl.}$$

$$V = 0.152 \text{ m/s}$$

Columna 9: pérdida de carga unitaria hf en m.

$$hf = \left( \left( \frac{Q}{0.0004264 * 150 * D^{2.63}} \right)^{1/0.54} \right) / 1000$$

$$Q = 0.077 \text{ l/s}$$

$$D = 1 \text{ pgl.}$$

$$hf = 0.002 \text{ m/m}$$

Columna 10: pérdida de carga en cada tramo Hf en m

$$Hf = L * hf$$

$$L = 571.40 \text{ m}$$

$$hf = 0.002 \text{ m/m}$$

$$Hf = 1.143 \text{ m/m}$$

Columna 11: cota piezometrica inicial (m.s.n.m), inicialmente igual al valor de la Col. 4 y en el caso de la sección posterior igual a la piezometrica final de la sección anterior.

Columna 12: cota piezometrica final (m.s.n.m.), igual a la diferencia de la col. 11 y la col. 10

Columna 14: altura de presión (P/Y), igual a la diferencia de la col. 12 y la col. 5

Cuadro N°01: cálculos hidráulicos de línea de conducción año cero, Qmd= 0.077 l/s

TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	LONGITUD LRT (m)	COTA DINAMICO		DISNIV. H (m)	Ø DE TUBO (7)		VELOCIDAD V (m/seg)	PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m) (9)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO Hf (m/m)(10)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
			INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)		CALCUL. D (Pulgadas)	COMER. D				INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIO P (m)(13)	FINAL P (m)(14)
A-B	0.077	571.400	3 200.430	3 069.450	130.980	0.352	1.000	0.152	0.002	1.143	3 200.430	3 199.287	0.000	129.837
B-CPR1	0.077	1 775.260	3 069.450	3 069.450	0.000	#¡DIV/0!	1.000	0.152	0.002	3.551	3 199.287	3 195.736	129.837	126.286
CPR1-CPR2	0.077	773.380	3 069.450	3 028.940	40.510	0.476	1.000	0.152	0.002	1.547	3 069.450	3 067.903	0.000	38.963
CPR2 - R	0.077	6.800	3 028.940	3 025.580	3.360	0.300	1.000	0.152	0.002	0.014	3 028.940	3 028.926	0.000	3.346

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 02: cálculos hidráulicos de línea de conducción año 20, Qmd= 0.092 l/s

TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	LONGITUD LRT (m)	COTA DINAMICO		DISNIV. H (m)	Ø DE TUBO (7)		VELOCIDAD V (m/seg)	PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m) (9)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO Hf (m/m)(10)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
			INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)		CALCUL. D (Pulgadas)	COMER. D				INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIO P (m)(13)	FINAL P (m)(14)
A-B	0.092	571.400	3 200.430	3 069.450	130.980	0.376	1.000	0.182	0.002	1.143	3 200.430	3 199.287	0.000	129.837
B-CPR1	0.092	1 775.260	3 069.450	3 069.450	0.000	#¡DIV/0!	1.000	0.182	0.002	3.551	3 199.287	3 195.736	129.837	126.286
CPR1-CPR2	0.092	773.380	3 069.450	3 028.940	40.510	0.509	1.000	0.182	0.002	1.547	3 069.450	3 067.903	0.000	38.963
CPR2 - R	0.092	6.800	3 028.940	3 025.580	3.360	0.321	1.000	0.182	0.002	0.014	3 028.940	3 028.926	0.000	3.346

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 03: cálculos hidráulicos de línea de conducción año 20, Qmd= 0.092 l/s (EFICIENTE)

TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	LONGITUD LRT (m)	COTA DINAMICO		DISNIV. H (m)	Ø DE TUBO (7)		VELOCIDAD V (m/seg)	PERDIDA DE CARGA UNIT hf (m/m)(9)	PERDIDA DE CARGA EN TRAMO Hf (m/m)(10)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
			INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)		CALCUL. D (Pulgadas)	COMER. D (Pulgadas)				INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIO P (m)(13)	FINAL P (m)(14)
A-CPR1-1	0.092	187.160	3 200.430	3 145.000	55.430	0.357	1.000	0.182	0.002	0.374	3 200.430	3 200.056	0.000	55.056
CPR1-1-B	0.092	384.240	3 145.000	3 069.450	75.550	0.388	1.000	0.182	0.002	0.768	3 145.000	3 144.232	0.000	74.782
B-CPR1	0.092	1 775.260	3 069.450	3 069.450	0.000	#¡DIV/0!	1.000	0.182	0.002	3.551	3 144.232	3 140.681	74.782	71.231
CPR1-CPR2	0.092	773.380	3 069.450	3 028.940	40.510	0.509	1.000	0.182	0.002	1.547	3 069.450	3 067.903	0.000	38.963
CPR2 - R	0.092	6.800	3 028.940	3 025.580	3.360	0.321	1.000	0.182	0.002	0.014	3 028.940	3 028.926	0.000	3.346

Fuente: Elaboración propia

### 3.11.5. CÁLCULO DE LA VÁLVULA DE AIRE

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente. (Roger Agüero ,1997)

Se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 Km como máximo. El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal; presión y diámetro de la tubería (Reglamento Nacional de edificaciones)

#### **Datos:**

- Consumo máximo diario ( $t= 20$  años)

$$Q_{md} = 0.092 \text{ lt/seg}$$

- Diámetro de la válvula compuerta

$$D = 1''$$

- Presión máxima en el punto más alto de la línea de conducción según el perfil topográfico.

$$P = 125.63 \text{ columna de agua (m)}$$



### 3.11.6. CÁLCULO DE CRP –T6

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario conocer la carga requerida (H) para que el gasto de salida pueda fluir. Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

$$H=1.56*\frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H: carga de agua (m)

v: velocidad del flujo (m/seg)  $1.9735Q/D^2$

Q: 0.092 lt/seg y D=1''

g= 9.81 m/s<sup>2</sup>

$$H=1.56*\frac{v^2}{2g}$$

V = 0.182 m/seg

$$H=1.56*\frac{0.182^2}{2*9.81}$$

$$H = 0.03 \text{ m}$$

Para el diseño, se asume altura mínima de H=0.5

La altura total de la cámara rompe presión (HT).

A: altura mínima de 10 cm

B: carga de agua 50 cm

B.L: borde libre mínimo 40 cm

$$HT = A+B+BL = 1.00 \text{ metro}$$

Por facilidad la instalación de accesorios, se considerará una sección de 0.6 por 0.6 m.

### 3.11.7. CÁLCULO VOLUMÉTRICO DEL RESERVORIO

**Datos:**

**Capacidad de Reservoirio:**  $5\text{m}^3$

**Reservoirio coordinado:** norte (8425379), este (681227)

Para el cálculo del reservoirio se rige RM N°173-2016-VIVIENDA con la siguiente formula:

$$\text{VR} = \text{Pf} \cdot \text{Dotacion} \cdot 0.25$$

$$\text{VR} = 77 \cdot 80 \cdot 0.25 = 1540 \text{ lt} = \mathbf{1.54 \text{ m}^3}$$

Actualmente el reservoirio del sistema de agua que se cuenta es de  $5\text{m}^3$ , cumpliendo ampliamente.

#### **Tubería de llegada**

La tubería es de 1'' que está definido por la tubería de conducción, provista de una válvula compuerta.

#### **Tubería de salida**

La tubería es de 1'' que está definido por la tubería de aducción y deberá estar provista de una válvula compuerta.

#### **Tubería de limpia y rebose**

Esta tubería es de 4'' tal que facilite la limpieza del reservoirio.

#### **By-pass**

La tubería es de 1'' que tiene una conexión directa entre la entrada y salida.



### **3.11.8. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**

RM N° 173-2016-VIVIENDA “Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural”, contempla el sistema abierto o ramificado, el método de probabilidades es usado y se basa en el número de puntos de suministro. Esta fórmula está aplicada en una hoja excel con las ecuaciones de Hazen y Williams que es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamientos hidráulico rugoso.

#### **Parámetro de diseño**

- **Aspectos generales**

Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes abiertas un diámetro de 20mm (3/4 pulg.) para ramales.

En los cruces de tuberías no se permite la instalación de accesorios en forma de cruz y se realizan siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se corresponderán con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.

La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe discurrir, siempre a cota superior a otras redes que pudieran existir de aguas grises o negras, electricidad o teléfono.

- **Caudales de diseño**

Las redes de distribución se diseñarán para el caudal máximo horario  $Q_{mh}$ .

- **Velocidades de diseño**

La velocidad mínima no será menor de 0.6 m/s. En ningún caso podrá ser inferior a 0.30 m/s.

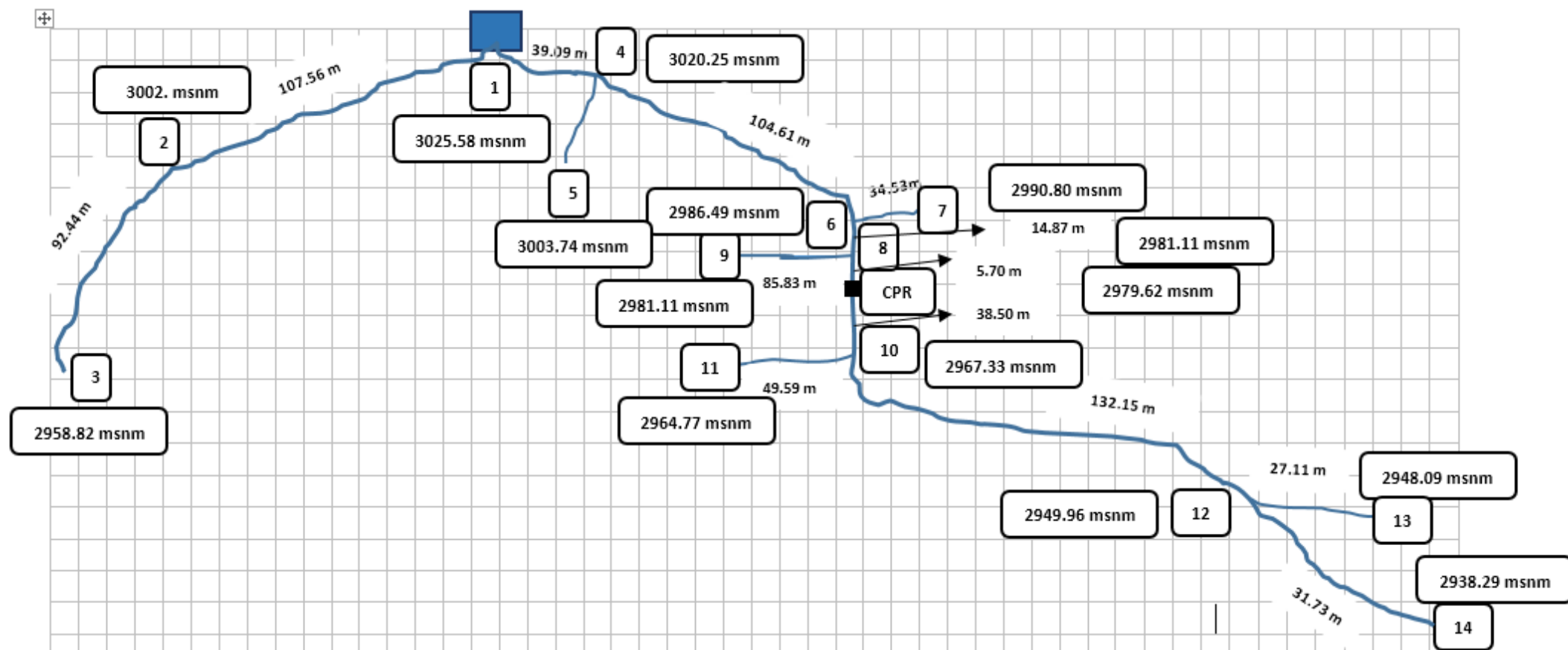
La velocidad máxima admisible será de 3m/s.

- **Presiones de servicio**

La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5m c.a. y la presión estática no será mayor de 60 m c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se considerará el uso de cámaras distribuidoras de caudal y reservorio de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

Figura 6: Línea de distribución de agua potable Laccaicca



Fuente: Elaboración propia

## ANÁLISIS PRELIMINAR

Para el cálculo de la línea de conducción existente se toma la tubería PVC encontrado en situ, clase 10 y C=150. El diámetro es de 1 pulg,  $\frac{3}{4}$  pulg y las longitudes de acuerdo al levantamiento topográfico, el caudal máximo horario  $Q_{mh} = 0.142$  lt/seg es utilizado para los cálculos de presiones máximas y mínimas como las velocidades en la red de distribución.

Para el cálculo de la línea de distribución se calcula el consumo unitario con la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{unitario}} = \frac{Q_{mh}}{Pf}$$

$$Q_{\text{unitario}} = \frac{0.142}{77} = 0.00184$$

$$Q_{\text{tramo}} = Q_{\text{unitario}} \times \text{nro de habitantes por tramo}$$

$$Q_{\text{tramo}} = 0.00184 \times 7 = 0.013 \text{ l/s}$$

Tabla 14: Gasto unitario por tramo

Tramo	Nº hab.	Gasto por tramo lt/seg
R-1	0	0.00
1-2	7	0.013
2-3	7	0.013
1-4	7	0.013
4-5	6	0.011
4-6	2	0.004
6-7	6	0.011
6-8	3	0.005
8-9	8	0.015
8-CRP	0	0.00
CRP-10	4	0.007
10-11	9	0.017
10-12	7	0.013
12-13	5	0.009
12-14	6	0.011
Total	77	<b>0.142</b>

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cálculo hidráulico se muestran en el cuadro determinándose los valores de las columnas de modo siguiente:

Columna 1: corresponde a la identificación del tramo a calcular.

Columna 2: gasto por tramo determinado y detallado en la tabla 14.

Columna 3: gasto de diseño; este gasto se determinará en función a los acumulados por tramo, recomendándose iniciar el cálculo por el tramo final.

Ejemplo: gasto de diseño del tramo 10 -12

Q diseño 10-12: Q tramo (10-12 + 12-13 + 12-14)

Q diseño 10-12: 0.011+ 0.009 + 0.013 = 0.033 l/s

Columna 4: longitud del tramo en metros.

Columna 5: diámetro: se asumirá un diámetro inicial en función a las velocidades límites y las presiones dentro de la tubería.

Columna 6: velocidad determinada mediante la siguiente relación:

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2}$$

Q = 0.142 l/s

D = 1 pgl.

V = 0.28 m/s

Columna 7: perdida de carga unitaria.

$$hf = \left( \frac{Q}{0.0004264 * 150 * D^{2.63}} \right)^{1/0.54} / 1000$$

$$Q = 0.142 \text{ l/s}$$

$$D = 1 \text{ pgl.}$$

$$hf = 0.004 \text{ m/m}$$

Columna 8: perdida de carga del tramo.

$$Hf = L * hf$$

$$L = 1.2 \text{ m}$$

$$hf = 0.004 \text{ m/m}$$

$$Hf = 0.0043 \text{ m}$$

Columna 9: cota inicial del terreno en m.s.n.m.

Columna 10: cota final del terreno en m.s.n.m.

Columna 11: cota piezometrica inicial se parte del reservorio, considerando la cota del terreno. Para los tramos siguientes, la cota piezometrica inicial será igual a la cota piezometrica final del tramo anterior.

Columna 12: cota piezometrica final es igual a la diferencia de la columna 11 y 8.

$$\text{Cota piez. (f)} = \text{cota piez. (i)} - Hf$$

Columna 14: presión final. Se calcula mediante la diferencia entre la columna 12 y 11.

**cuadro N°4: Diseño hidráulico con tuberías PVC (Qmh = 0.118 lt/seg, T= 0 años, P=64 hab.)**

TRAMO  (1)		CAUDAL (Lit/seg) (2)	CAUDAL (Lit/seg) TRAMO (3)	LONGITUD L. Incl. (m) (4)	DIAMETRO DE TUBO (5)		VELOCID. (m/seg) (6)	PERDIDA DE CARGA		COTA TERRENO		COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
					Diametro Pulgadas	Diametro Pulgadas		UNITARIO (o/o)(7)	TRAMO (m)(8)	(msnm)		(msnm)		(m)	
										INICIO (9)	FINAL (10)	INICIO (11)	FINAL (12)	INICIO (13)	FINAL (14)
R	1	0.000	0.118	1.200	1	1.00	0.23	0.004	0.004	3025.58	3025.11	3025.58	3025.58	0.00	0.47
1	2	0.010	0.022	107.560	3/4	0.75	0.08	0.001	0.069	3025.11	3002.20	3025.58	3025.51	0.47	23.31
2	3	0.012	0.012	92.440	1/2	0.75	0.04	0.002	0.139	3002.20	2957.00	3025.51	3025.37	23.31	68.37
1	4	0.009	0.096	39.090	1	1.00	0.19	0.002	0.095	3024.58	3020.25	3025.58	3025.49	1.00	5.24
4	5	0.011	0.011	49.340	3/4	0.75	0.04	0.000	0.009	3020.25	3003.74	3025.48	3025.47	5.23	21.73
4	6	0.000	0.076	104.610	1	1.00	0.15	0.002	0.164	3020.25	2986.49	3025.48	3025.32	5.23	38.83
6	7	0.011	0.011	34.530	3/4	0.75	0.04	0.000	0.006	2986.49	2990.80	3025.31	3025.30	38.82	34.50
6	8	0.000	0.065	14.870	1	1.00	0.13	0.001	0.017	2986.49	2981.11	3025.31	3025.29	38.82	44.18
8	9	0.015	0.015	85.830	3/4	0.75	0.05	0.000	0.027	2981.11	2981.12	3025.29	3025.26	44.18	44.14
8	CRP	0.000	0.050	5.700	1	1.00	0.10	0.001	0.004	2981.11	2979.62	3025.29	3025.29	44.18	45.67
CRP	10	0.000	0.050	38.500	3/4	0.75	0.18	0.003	0.113	2979.62	2967.33	2979.62	2979.51	0.00	12.18
10	11	0.017	0.017	49.590	3/4	0.75	0.06	0.000	0.020	2967.33	2964.77	2979.50	2979.48	12.17	14.71
10	12	0.013	0.033	132.150	3/4	0.75	0.12	0.001	0.180	2967.33	2949.96	2979.50	2979.32	12.17	29.36
12	13	0.009	0.009	27.110	3/4	0.75	0.03	0.000	0.003	2949.96	2948.09	2979.32	2979.32	29.36	31.23
12	14	0.011	0.011	31.730	3/4	0.75	0.04	0.000	0.006	2949.96	2938.20	2979.32	2979.31	29.36	41.11

Fuente: Elaboración propia

**cuadro N°5: Diseño hidráulico con tuberías PVC (Qmh = 0.142 lt/seg, T = 20 años, P= 77 hab.)**

TRAMO		CAUDAL (Lit/seg)	CAUDAL (Lit/seg) TRAMO	LONGITUD L. Incl. (m)	DIAMETRO DE TUBO (5)		VELOCID. (m/seg)	PERDIDA DE CARGA		COTA TERRENO		COTA PIEZOMETRICA		PRESION	
					Diametro Pulgadas	Diametro Pulgadas		UNITARIO (o/o)	TRAMO (m)	(msnm)		(msnm)		(m)	
										INICIO (9)	FINAL (10)	INICIO (11)	FINAL (12)	INICIO (13)	FINAL (14)
(1)		(2)	(3)	(4)			(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
R	1	0.000	0.142	1.200	1	1.00	0.28	0.005	0.006	3025.58	3025.11	3025.58	3025.57	0.00	0.46
1	2	0.013	0.026	107.560	3/4	0.75	0.09	0.001	0.094	3025.11	3002.20	3025.58	3025.49	0.47	23.29
2	3	0.013	0.013	92.440	1/2	0.75	0.05	0.002	0.161	3002.20	2957.00	3025.51	3025.35	23.31	68.35
1	4	0.013	0.116	39.090	1	1.00	0.23	0.003	0.134	3024.58	3020.25	3025.58	3025.45	1.00	5.20
4	5	0.011	0.011	49.340	3/4	0.75	0.04	0.000	0.009	3020.25	3003.74	3025.48	3025.47	5.23	21.73
4	6	0.004	0.092	104.610	1	1.00	0.18	0.002	0.234	3020.25	2986.49	3025.48	3025.25	5.23	38.76
6	7	0.011	0.011	34.530	3/4	0.75	0.04	0.000	0.006	2986.49	2990.80	3025.31	3025.30	38.82	34.50
6	8	0.005	0.077	14.870	1	1.00	0.15	0.002	0.024	2986.49	2981.11	3025.31	3025.29	38.82	44.18
8	9	0.015	0.015	85.830	3/4	0.75	0.05	0.000	0.027	2981.11	2981.12	3025.29	3025.26	44.18	44.14
8	CRP	0.000	0.057	5.700	1	1.00	0.11	0.001	0.005	2981.11	2979.62	3025.29	3025.28	44.18	45.66
CRP	10	0.007	0.057	38.500	3/4	0.75	0.20	0.004	0.144	2979.62	2967.33	2979.62	2979.48	0.00	12.15
10	11	0.017	0.017	49.590	3/4	0.75	0.06	0.000	0.020	2967.33	2964.77	2979.50	2979.48	12.17	14.71
10	12	0.013	0.033	132.150	3/4	0.75	0.12	0.001	0.180	2967.33	2949.96	2979.50	2979.32	12.17	29.36
12	13	0.009	0.009	27.110	3/4	0.75	0.03	0.000	0.003	2949.96	2948.09	2979.32	2979.32	29.36	31.23
12	14	0.011	0.011	31.730	3/4	0.75	0.04	0.000	0.006	2949.96	2938.20	2979.32	2979.31	29.36	41.11

Fuente: Elaboración propia



### 3.11.9. CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN

Para el cálculo del sistema de cloración se utiliza la siguiente

formula:

$$P \text{ (gr)} = \frac{V(\text{lt}) * C(\text{mg/lt})}{10 * (\% \text{ de cloro})}$$

Donde:

V: volumen de ingreso al reservorio

C: concentración de cloro: 1.5mg/lt

% de cloro: al 70%

**Datos:**

Q ingr. Reservorio = 0.18 lt/seg

Periodo de recarga: 1 mes = 30\*86400 seg

C: 1.5 mg/lt

Hipoc. Calcio = 70%

$$P \text{ (gr)} = \frac{0.18 * 30(86400) * 1.5}{10 * 70} = 999.77 \text{ gr} = 1 \text{ kg}$$

- **Verificando la concentración en el tanque la solución madre.**

$$C1 = 5000 \text{ mg/lt}$$

$$\text{Concentración } C'1 = \frac{\text{Peso (mg)}}{\text{Volumen (lt)}}$$

$$C'1 = \frac{1000000}{5000} = 200 \text{ lt}$$

El tanque comercial, para el almacenamiento y la preparación será realizará con 250 lt.

- **Verificando el caudal de goteo (ml/min)**

$$\text{El tiempo de cloración } t = 30 * 24 * 60 = 43200 \text{ min}$$

$$\text{Solución madre} = 250 \text{ lt} = 250000 \text{ ml}$$

$$Q = \frac{250000}{43200} = 5.78 = 6 \text{ ml/min}$$

### 3.11.10. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos de las muestras de agua realizadas en el LABORATORIO DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD APURÍMAC, indica que es una fuente apta para consumo humano, dado que todos los parámetros fisicoquímicos y de metales están dentro de lo aceptable.

Tabla 15: Análisis fisicoquímico, metales y bacteriológicos de la fuente – Millo

Parámetros	Símbolo	Unidad	Resultados obtenidos <b>DIRESA</b>	Estándares nacionales de calidad ambiental para agua DS N° 002-2008-MINAM Categoría "A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección" 1: población y recreacional	Reglamento de la calidad de agua para consumo DS N° 031-2010-SA - MINSA
Fisicoquímicos :					
Potencial hidrógeno	pH	-	7.40	6.5-8.5	6.5-8.5
Turbidez	T	NTU	0.00	5	5
Color (UC)	UC	mg/L	-	15	15
Cloruros		mg/L	2.98	250	250
Conductividad (C.E)		Us/cm	1423	1500	1500
Metales :					
Magnesio	Mg	mg/L	24.96	-	-
Dureza total		MgCaCO <sub>3</sub> L	712	500	500
Bacteriológicos :					
Coliformes Fecales	CF	NMP/100ml	<1.8	<1.8	<1.8

Fuente: Laboratorio de la dirección regional de salud Apurímac – febrero 2018

Los resultados de los análisis físicos, químicos y bacteriológicos son aceptables, siendo de fácil potabilización para ser consideradas aptas para consumo.

### 3.11.11. CÁLCULO CRP –T7

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario conocer la carga requerida (H) para que el gasto de salida pueda fluir. Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

$$H=1.56*\frac{v^2}{2g}$$

Donde:

H: carga de agua (m)

v: velocidad del flujo (m/seg)  $1.9735Q/D^2$

Q: 0.118 lt/seg y D=1''

g= 9.81 m/s<sup>2</sup>

V = 0.233 m/seg

$$H=1.56*\frac{0.233^2}{2*9.81} = 0.04m$$

Para el diseño, se asume altura mínima de H=0.5

La altura total de la cámara rompe presión (HT).

A: altura mínima de 10 cm

B: carga de agua 50 cm

B.L: borde libre mínimo 40 cm

$$HT = A+B+BL = 1.00 \text{ metro}$$

Por facilidad la instalación de accesorios, se considerará una sección de 0.6 por 0.6 m.

### 3.11.12. CÁLCULO DEL POZO SÉPTICO

El cálculo del hoyo se diseñará con una tasa de producción:

Tabla 16: valores de velocidad de acumulación de solidos

Tipo de limpieza	Volumen M3/(Habx año)
Limpieza con agua o papel higiénico	0.04-0.05
Limpieza con papel grueso u hojas	0.05-0.06
Limpieza con material duro o voluminoso	0.04-0.05

Fuente: RM-173-2016- VIVIENDA

Para la determinación de la altura total del pozo se tendrá en cuenta:

Ht = Altura total del pozo

HI = Altura de la capa de lodo

Ha=Altura de la capa del líquido sobre el nivel del lodo

Hs=Altura adicional de seguridad

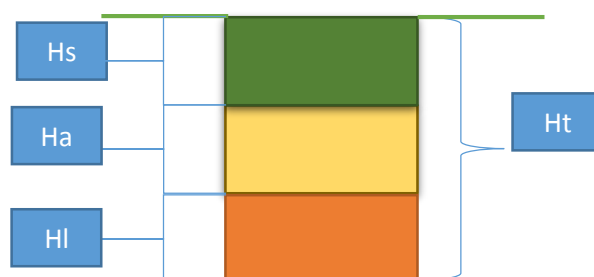


Figura N°1: Pozo séptico

#### ➤ Paso N° 1:

La altura de la capa de lodo se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$HI = (N \times TI \times t) / A$$

Donde:

N =Número de usuarios (INEI N= 3.28)

TI=tasa de producción de lodo (0.05 m3/hab-año)

T =Tiempo de utilización del pozo (10 años)

A=Área de la sección del hoyo (1.4x1.4 m<sup>2</sup>)

Obtenemos:

$$Hl = \frac{3.28 * 0.05 * 10}{1.4 * 1.4}$$

$$Hl = 0.84m$$

➤ **Paso N°2:**

Cálculo de la altura de la capa del líquido sobre el nivel del lodo.

La altura del líquido que estará en función de la forma del hoyo y se determinará con la expresión:

$$Ha = \frac{N * Ta}{P * Ti}$$

Donde:

N = Número de usuarios (INEI 3.28).

P = Perímetro metros (2\*1.4+2\*1.4 =5.6 m).

Ti=Tasa de infiltración del suelo ( 50 lt/m<sup>2</sup>-dia) tipo de suelo buena permeabilidad.

Ta=Tasa de aporte de líquido (l/hab-d), la misma que se determinará mediante la siguiente expresión:

$$Ta = n \times v + ve$$

Donde:

n = Número de veces que cada usuario ocupa la letrina durante el día.

ve = Volumen de la orina y excreta aportado diariamente por cada persona (podrá adoptarse un valor promedio de 1,5 lt).

v = Volumen de agua que se arroja al aparato sanitario luego de cada uso (lt) (se sugiere adoptar el valor de 3 lt).

Remplazando los datos en la expresión

$$Ta=3*3+1.5 = 10.5lt$$

Tabla 17: Tasas de infiltración de los lixiviados en los hoyos

Tipo de Suelo	Tasa de Infiltración (lt/m2-día)
Suelos de buena permeabilidad	
Arena	
Limos arenosos, limos	50
Limos o arcillosos porosos	30
	20
Suelos de baja permeabilidad	
Limos o arcillas compactas	10

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

Remplazando los valores en la expresión numero

$$Ha = \frac{3.28 \times 10.5}{5.6 \times 50} = \mathbf{0.123 \text{ m}}$$

➤ **Paso N°3:**

El cálculo de la altura del pozo deberá considerarse una altura adicional de seguridad ( $H_s > 0.30m$ ) se tomará 0.50m.

La profundidad total del hoyo se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$\mathbf{Ht = Hl + Ha + Hs}$$

Remplazando los datos obtenidos en la expresión:

$$Ht=0.84+0.123+0.50$$

$$\mathbf{Ht=1.46 \text{ m} = 1.50 \text{ m}}$$

Las dimensiones de los pozos sépticos en la Laccaicca son de modelos definidos (1.4x1.4x1.8), en algunos casos se asociaron cuatro familias e hicieron un pozo séptico más grande.

### 3.11.13. CÁLCULO TEST DE PERCOLACIÓN

Mediciones de descenso de agua en campo – norma IS 0.20  
(reglamento nacional de edificaciones – infiltración 1.4x1.4x2.0m)

El cálculo analítico realizado en campo dio los siguientes resultados:

MUESTRA	ALTURA (cm)	TIEMPO ACUMULADO	TIEMPO PARCIAL
C-1	1 cm	2.2 seg.	2.2 seg.
C-1	5 cm	20.10 seg	17.9 seg
C-1	10 cm	45.70 seg.	25.6 seg.
C-1	15 cm	70.30 seg.	29.6 seg.
PROMEDIO			4.87 seg.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Clasificación de los terrenos según resultados de prueba de percolación

Clase de terreno	tiempo de infiltración para el descenso de 1cm
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

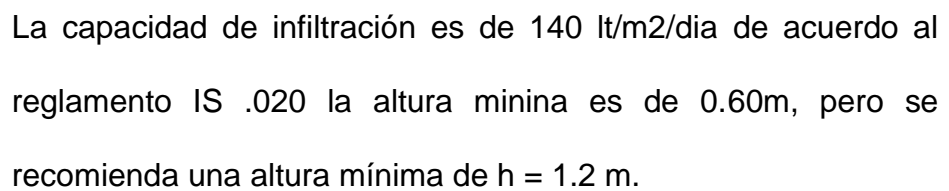
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - 2006

De acuerdo a la norma I.S 0.20 de la prueba de percolación el tipo de suelo se clasifica en terrenos de rápida infiltración.



C – 1: Se obtuvo un tiempo promedio de infiltración de 4.87 seg), con dicho tiempo se obtiene un coeficiente de infiltración mayor: 140 L/m2/día.

N° de vivienda	: 1 vivienda
Densidad por lote INEI	: 3.28 hab./lote
Periodo de diseño	: 20 años
Población de diseño	: 4 hab.
Dotación	: 80 lts/hab/dia
Diámetro de pozo (D1)	: 1.00 m
Altura (h1)	: 0.2 m



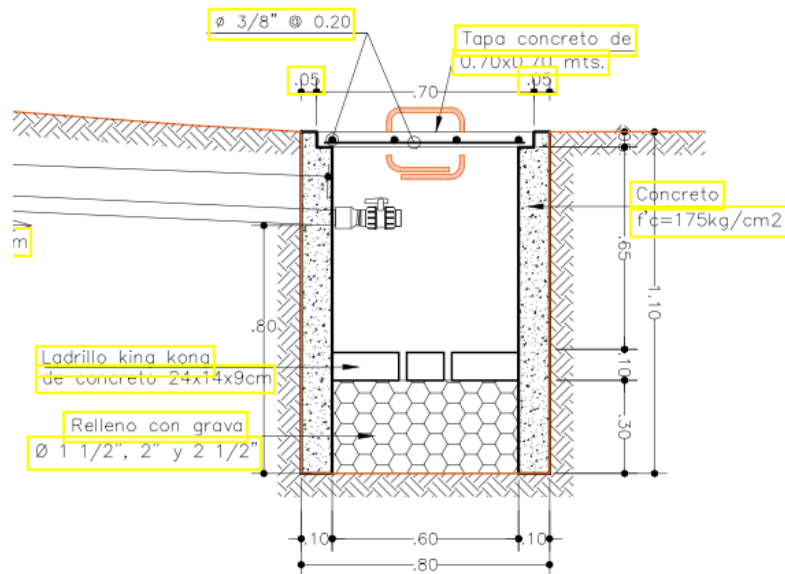
Technical drawing of a trench cross-section showing various layers and materials. The drawing includes labels for different components and their dimensions.

**Labels and Dimensions:**

- Perfil terreno** (Ground Profile)
- Losa Techo** (Roof Slab)  $C'A' 175 \text{ kg/cm}^2$
- Tapa de Concreto** (Concrete Cover)  $0.80 \times 0.80 \times 0.05 \text{ mts.}$
- Acero  $3/8" @ 0.20$**  (Reinforcement Steel)
- Perfilado Línea de** (Profiled Line of)
- PVC SAP DN=60mm** (PVC Pipe)
- 002 2002 C-10,  $S_{min}=1.5\%$**
- Max. 2.50mts** (Maximum length)
- de**
- Relleno con grava** (Gravel Filling)
- $\emptyset 1\frac{1}{2"}, 2" \text{ y } 2\frac{1}{2}"$**
- Muro ladrillo/Soga** (Brick Wall/Anchor)
- Perfilado y Compactado** (Profiled and Compacted)
- Cimiento circular** (Circular Foundation)
- concreto  $f_c=175\text{kg/cm}^2$**
- excavación** (Excavation)
- Dimensions:**
  - Horizontal:  $0.80$ ,  $0.20$ ,  $1.00$ ,  $0.15$ ,  $0.20$ ,  $1.70$
  - Vertical:  $0.20$ ,  $1.40$ ,  $1.00$ ,  $0.20$

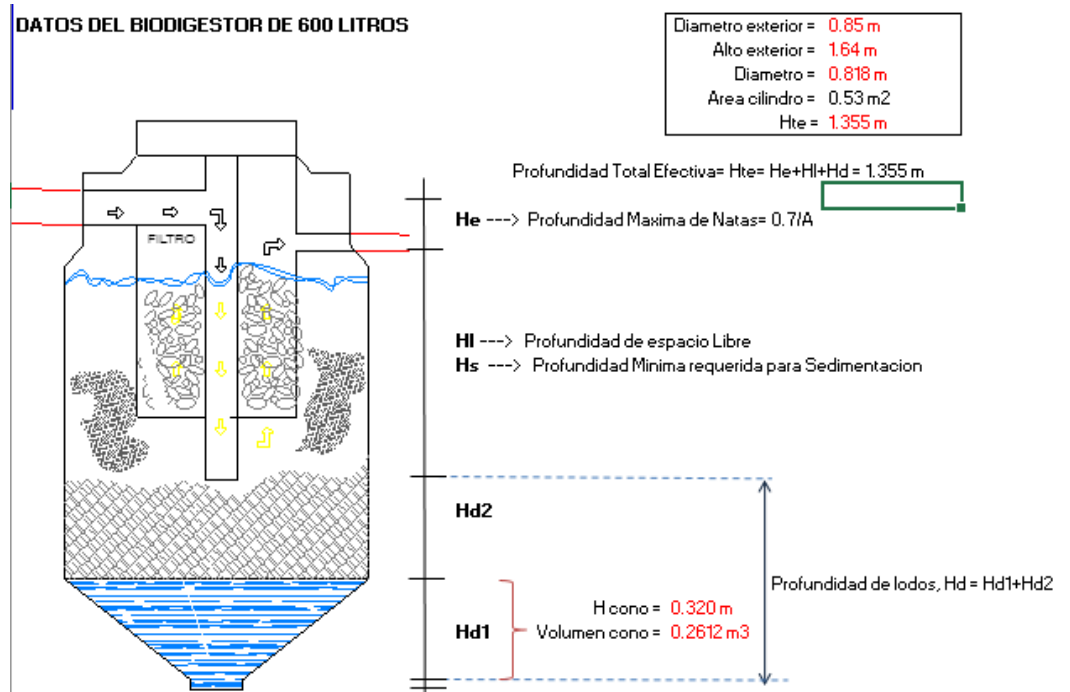


El pozo de lodos se recomienda una sección de 0.6x0.6 y una altura de borde libre de 0.65 m.



### 3.11.14. DISEÑO DEL BIODIGESTOR V=600 lts.

El uso del biodigestor es exclusivo para tratar las aguas negras evacuadas por la UBS de arrastre hidráulico, por lo que el aporte será de orines y excretas de la población a servir.



## **Determinación de contribución de la demanda del biodigestor para aguas negras.**

Caudal de aporte unitario= 80 lt/hab/dia

Densidad poblacional= 3.28 hab./lote

Aporte (lt/hab/dia)=  $Q \cdot p = 262.4$

### **Determinación del tiempo de retención**

$PR = 1.5 - 0.3 \cdot \log(\text{aporte})$

PR (dias)= 0.77

PR (horas)=  $0.77 \cdot 24 = 18.48$  ok

(tiempo mínimo de retención hidráulica IS.020-6.2 es de 6 hr)

### **Volumen de digestión y almacenamiento de lodos**

La tasa de acumulación de lodos para clima frio 50 lts/hab\*año

N= limpieza anual = 1

$V_d (m^3) = 50 \cdot P \cdot N / 1000 = 50 \cdot 3.28 \cdot 1 / 1000 = 0.16$

### **Estimación de profundidad de lodos $H_d$ (m)**

Volumen cono ( $m^3$ )       $V_{d1}$     0.261

Altura cono (m)               $H_{d1}$     0.320

Área cilindro ( $m^2$ )         $A_c$       0.526

### **Volumen requerido para sedimentación ( $V_s$ , en $m^3$ )**

IS-020-6.3.1

$V_s (m^3) = P \cdot q \cdot PR / 1000 = 0.2$

Área de cilindro ( $m^2$ )  $A_c = 0.53$

$H_s (m) \quad V_s / A = 0.2 / 0.53 = 0.38$

### **Profundidad libre de lodo ( $H_o$ , m)**

IS-020-6.4.4

$H_o (m) = 0.82 - 0.26 \cdot A = 0.68$  OK

### **Profundidad de espacio libre ( $H_I$ , m)**

IS-020-6.4.5

$H_I = H_o + 0.1 = 0.68 + 0.1 = 0.78m$  mayor a  $H_s = 0.38$

### Calculo de la profundidad máxima de la espuma sumergida, (He,m)

IS-020-6.4.1

Área de cilindro  $A_c = 0.53 \text{ m}^2$

$H_e (\text{m}) = 0.7 / A_c = 1.32$

$H_e (\text{m})$  optado por la especificación técnica del biodigestor 0.23 m.

### Verificación de profundidad total efectiva (Hte)

IS-020-6.4.6

$H_{te} \text{ requerida, m} = H_e + H_i + H_d = 0.23 + 0.78 + 0.32 = 1.33$

The del biodigestor de 600 lts = 1.36 ok



## IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

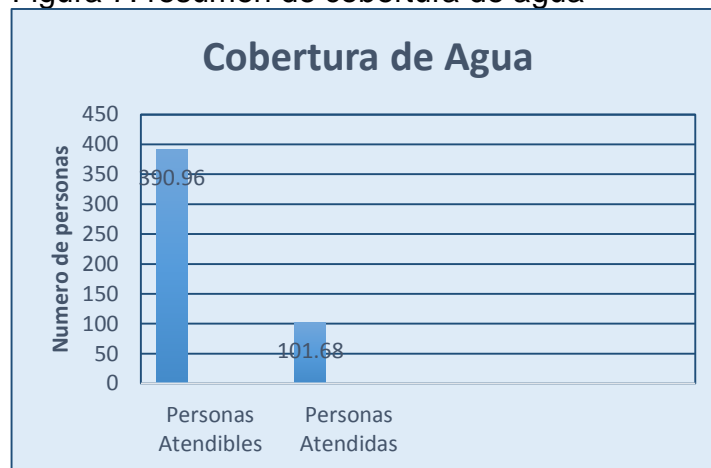
### 4.1. PRESENTACIÓN

#### 4.1.1. ESTADO DEL SISTEMA

##### 4.1.1.1. Cobertura del servicio

###### a) Sistema de agua

Figura 7: resumen de cobertura de agua



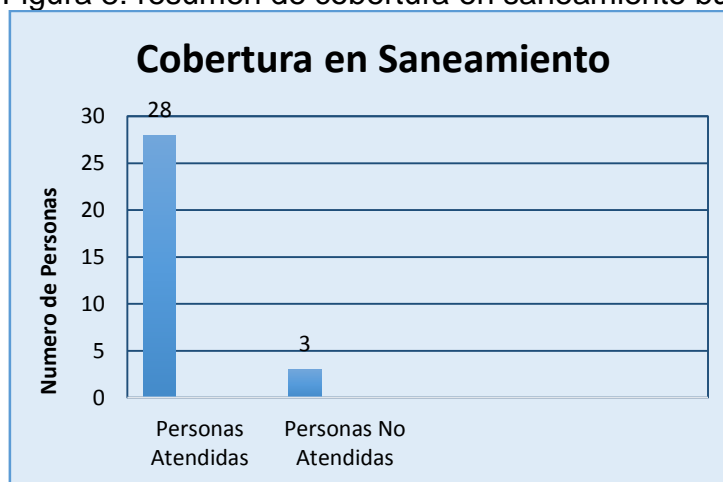
Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra a 391 personas que pueden ser atendibles con el caudal que emite la captación y 102 personas que son atendidas en la actualidad con un puntaje de 4, dato importante que toma en un futuro de crecimiento de población.

La cobertura del SAP es sostenible

## b) Ubs – pozo séptico

Figura 8: resumen de cobertura en saneamiento básico

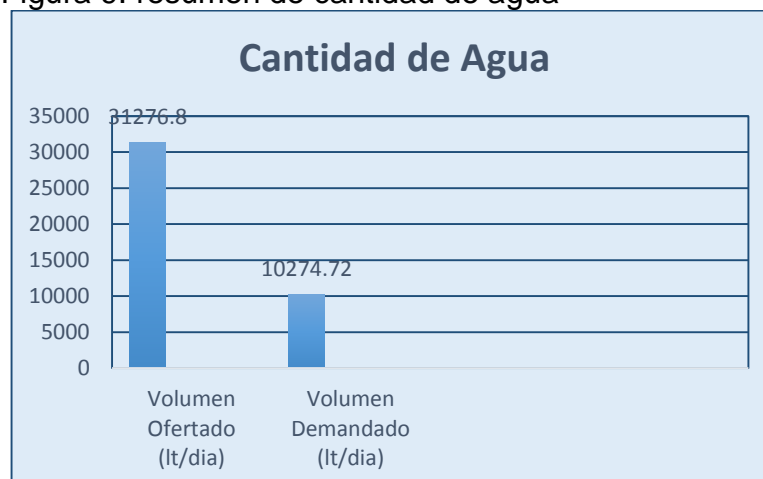


Fuente: Elaboración propia.

En la figura muestra que 28 personas cuentan con ubs y representa el 90.32% de las familias, con un puntaje de 3. La cobertura en saneamiento no ayuda a la sostenibilidad del sistema y tiene un puntaje de 3.5 puntos.

### 4.1.1.2. Cantidad de Agua

Figura 9: resumen de cantidad de agua



Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa que el volumen ofertado es mucho mayor al volumen de demanda dando un puntaje de 4. La cantidad de agua es sostenible.

#### 4.1.1.3. Continuidad del servicio

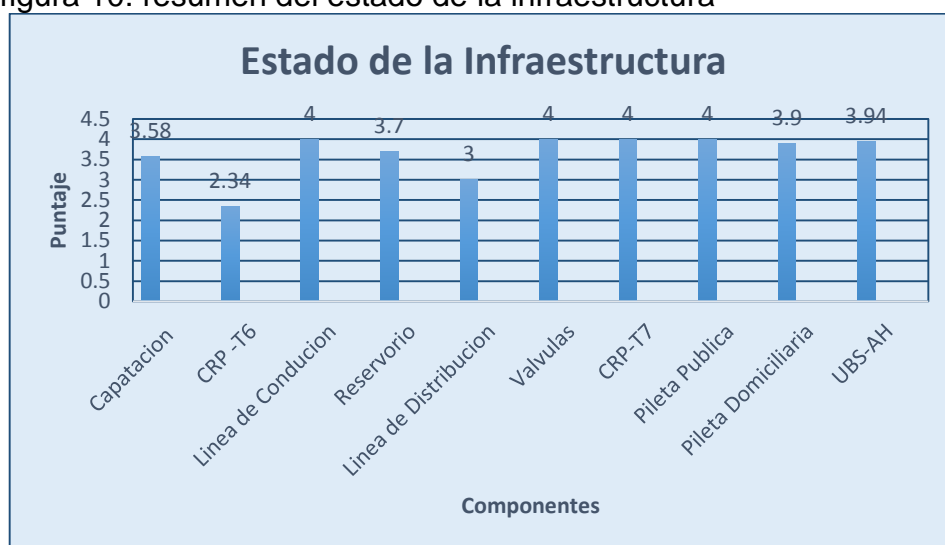
El caudal máximo diario 0.077 lt/seg es permanente y durante las 24 hr por lo que tiene un puntaje de 4. La continuidad del servicio es sostenible.

#### 4.1.1.4. Calidad de agua

La calidad de agua es buena, el cloro residual esta entre 0.6 mg/lit en la última casa y 0.8 mg/lit en la primera casa, se realiza el análisis bacteriológico trimestralmente y es supervisado por el MINSA dando un puntaje de 4. La calidad de agua es sostenible.

#### 4.1.1.5. Estado de la infraestructura

figura 10: resumen del estado de la infraestructura



Fuente: Elaboración Propia

En la figura se puede observar que la cámara rompe presión tipo 6 es el más crítico por no contar con cerco perimétrico y seguidamente por la línea de distribución que parte de la tubería esta descubierta. Además, la captación falta dados en la tubería de rebose y algunos accesorios, en reservorio también falta dados y accesorios. El estado de la infraestructura tiene un

puntaje promedio de 3.45 el cual no ayuda a la sostenibilidad y estaría medianamente sostenible.

El puntaje del primer factor: ESTADO DEL SISTEMA – ES está dado por el promedio de las cinco variables determinantes:

- 1) COBERTURA = V1 = 3.5 puntaje
- 2) CANTIDAD = V2 = 4 puntaje
- 3) CONTINUIDAD = V3 = 4 puntaje
- 4) CALIDAD= V4 = 4 puntaje
- 5) INFRAESTRUCTURA= V5 = 3.45 puntaje

$$ES = \frac{V1+V2+V3+V4+V5}{5} = \frac{3.5+4+4+4+3.45}{5} = 3.79 \text{ puntaje}$$

#### 4.1.1.6. Contra prueba del estado del sistema

##### a) Captación (P=3.58)

Se cuenta con dos captaciones: Millo 01 está conectado directamente Millo 02 con una tubería de 1''

##### **Caudal de aforo (02/03/2018)**

Caudal total Qt (lt/seg)		
Estiaje	Lluvia	Aforo
-----	-----	0.362 lt/seg

*Fuente: Elaboración propia*

##### **Registro de caudal – DRVCS (28/04/2017)**

Caudal total Qt (lt/seg)		
Estiaje	Lluvia	Aforo
0.9 lt/seg	1.2 lt/seg	0.9 lt/seg

*Fuente: Elaboración propia*

El manante de ladera sufrió una baja de caudal de aforo, probablemente por un pequeño sismo ocurrido en noviembre del 2017, pero según los pobladores de la zona indican que el caudal de aforo baja siempre en épocas de lluvia y este sería normal.

**Distancia entre afloramiento y cámara húmeda:**

$L = 1.27\text{m}$  y  $L \text{ real} = 1.30 \text{ m}$

**Numero de orificios:**

$NA = 4 \varnothing 1 \frac{1}{2}''$  y  $NA \text{ real} = 2 \varnothing 2'' + 2 \varnothing 1 \frac{1}{2}'' + 3 \varnothing \frac{1}{2}''$

**Ancho de pantalla:**

$b = 1\text{m}$  y  $b \text{ real} = 1\text{m}$

**Altura de cámara húmeda**

$H_t = 1\text{m}$  y  $H_t \text{ real} = 1\text{m}$

**Tubería de canastilla, rebose y limpia**

Tub. Canastilla =  $2''$  real =  $2''$

Tub. Rebose y limpia =  $2''$  real =  $2''$

**b) Línea de conducción (P=4.0)**

Se cuenta con una línea de conducción de 3183.87 ml con tuja de  $1''$ , 02 CRP- T6 y válvula de purga.

Población actual = 64 hab.

Población futura = 77 hab.

Dotación = 80 lt/hab./dia

figura 11: Caudales de diseño

<b>T = 0 años</b>	<b>T = 20 años</b>
$Q_m = 0.059 \text{ lt/seg}$	$Q_m = 0.071 \text{ lt/seg}$
$Q_{md} = 0.077 \text{ lt/seg}$	$Q_{md} = 0.092 \text{ lt/seg}$
$Q_{mh} = 0.118 \text{ lt/seg}$	$Q_{mh} = 0.142 \text{ lt/seg}$



Cálculo de línea de conducción T=20 años

TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	Ø DE TUBO	VELOCIDAD V (m/seg)	PRESION	
		COMER. D (Pulgadas)		INICIO P (m)	FINAL P (m)
A-B	0.092	1.000	0.182	0.000	129.783
B-CPR1	0.092	1.000	0.182	129.783	126.197
CPR1- CPR2	0.092	1.000	0.182	0.000	38.938
CPR2 - R	0.092	1.000	0.182	0.000	3.347

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de línea de conducción T=20 años (eficiente)

TRAMO	CAUDAL Qmd Lit/seg	Ø DE TUBO	VELOCIDAD V (m/seg)	PRESION	
		COMER. D (Pulgadas)		INICIO P (m)	FINAL P (m)
A-CRP1-1	0.092	1.000	0.182	0.000	54.920
CPR1-1-B	0.092	1.000	0.182	0.000	74.863
B-CPR1	0.092	1.000	0.182	74.863	71.277
CPR1- CPR2	0.092	1.000	0.182	0.000	38.938
CPR2 - R	0.092	1.000	0.182	0.000	3.347

Fuente: Elaboración Propia

c) **CRP-T6 (P=2.34)**

La cámara rompe presión tiene una altura total de 1.00 con área de 0.6 por 0.6 m con tubería de entrada y salida de 1'' también de limpia y rebose de 2''

d) **Reservorio (P=3.7)**

El reservorio existente es de capacidad de 5m<sup>3</sup> y el calculado:

$$VR=77*80*0.25 = 1540 \text{ lt} = \mathbf{1.54 \text{ m}^3}$$

Tiene tubería de entrada y salida de 1'', tubería de limpia y rebose de 4'' y un By-pass de 1''.

Cuenta con caseta de válvulas de control y no cuenta con flotador horizontal para el control de entrada de agua hacia el reservorio.

**e) Línea de distribución (P=3.0)**

La línea de distribución es de 171.14 ml de 1'', 594 ml de ¾'', para luego reducir a tubería de ½'', se cuenta con 01 CPR-T7, 12 válvula de control y 3 válvulas de purga.

Caudales de diseño

<b>T = 0 años</b>	<b>T = 20 años</b>
Qm= 0.059 lt/seg	Qm= 0.071 lt/seg
Qmd= 0.077 lt/seg	Qmd= 0.092 lt/seg
Qmh= 0.118 lt/seg	Qmh= 0.142 lt/seg

*Fuente: Elaboración Propia*

Cálculo de la línea de distribución T=20 años

TRAMO		CAUDAL	LONGITUD	DIAMETRO DE TUBO	VELOCID.	PRESION ESTATICA	
		(Lit/seg)	L. Inclín.	Diametro	(m/seg)	(m)	
		TRAMO	(m)	Pulgadas		INICIO	FINAL
R	1	0.142	1.200	1	0.28	0.00	0.46
1	2	0.026	107.560	3/4	0.09	0.47	23.29
2	3	0.013	92.440	1/2	0.05	23.31	68.35
1	4	0.116	39.090	1	0.23	1.00	5.20
4	5	0.011	49.340	3/4	0.04	5.23	21.73
4	6	0.092	104.610	1	0.18	5.23	38.76
6	7	0.011	34.530	3/4	0.04	38.82	34.50
6	8	0.077	14.870	1	0.15	38.82	44.18
8	9	0.015	85.830	3/4	0.05	44.18	44.14
8	CRP	0.057	5.700	1	0.11	44.18	45.66
CRP	10	0.057	38.500	3/4	0.20	0.00	12.15
10	11	0.017	49.590	3/4	0.06	12.17	14.71
10	12	0.033	132.150	3/4	0.12	12.17	29.36
12	13	0.009	27.110	3/4	0.03	29.36	31.23
12	14	0.011	31.730	3/4	0.04	29.36	41.11

*Fuente: Elaboración Propia*

**f) CRP-T7 (P=4.0)**

La cámara rompe presión tiene una altura total de 1.00 con área de 0.6 por 0.6 m con tubería de entrada y salida de 1'' también de limpia y rebose de 2''

**g) Pozo séptico (P=3.94)**

Volumen de pozo séptico=  $1.4*1.4*1.8 = 3.53 \text{ m}^3$

Año de construcción de ubs = 2012

Las dimensiones de los pozos sépticos en la Laccaicca son de modelos definidos, en algunos casos se asociaron cuatro familias e hicieron un pozo séptico más grande.

**4.1.2. GESTIÓN DE LOS SERVICIOS**

**4.1.2.1. Disposición de excretas, basuras y agua grises**

Figura 12: Resumen de excretas, basura y agua grises

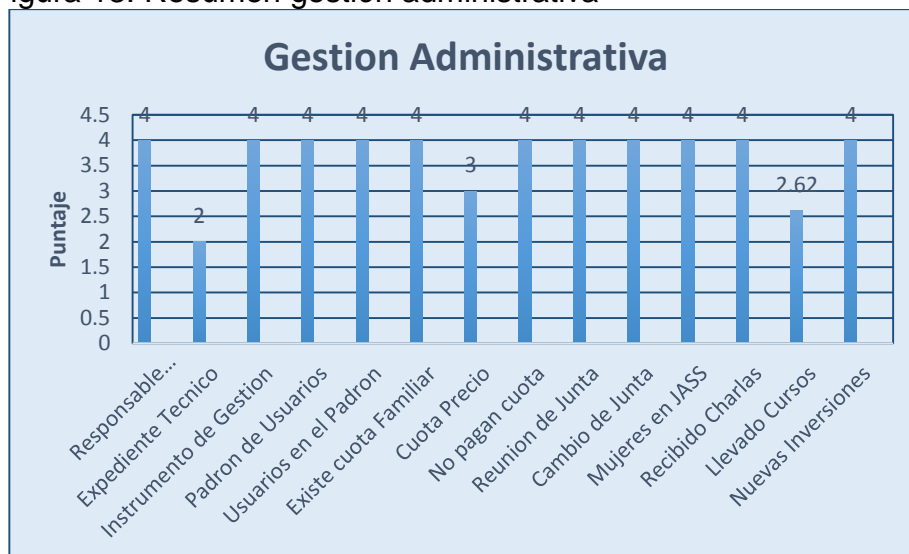


Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede observar que eliminación de las aguas grises no es tan eficiente porque no tienen un lugar donde tratar, por los demás están bien. Tienen un puntaje de 3.9 es sostenible.

#### 4.1.2.2. Gestión administrativa

Figura 13: Resumen gestión administrativa



Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede apreciar que el más crítico es que la junta no haya llevado cursos en agua y saneamiento, también que no cuenten con expediente técnico de agua potable y saneamiento, la cuota familiar es muy baja. La gestión administrativa tiene un puntaje de 3.65 y es sostenible.

El puntaje del segundo factor: GESTIÓN – G está dado por el promedio de las preguntas calificadas.

$$G = \frac{PDE+P81+P83+P84+P85+P86+P87+P88+P89+P90+P91+P92+P93+P94+P95}{15}$$

$$G = \frac{3.9+4+2+4+4+4+3+4+4+4+3.2+4+4+2.62+4}{15}$$

$$G = 3.65 \text{ PUNTOS}$$

### 4.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Figura 14: Resumen de operación y mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura se puede observar que la limpieza y la desinfección no es tan frecuente y tendría que mejorar, con respecto a la forestación de la captación se tiene que conservar el área natural. La operación y mantenimiento tiene un puntaje de 3.65 es sostenible.

El puntaje del tercer factor: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO – OyM está dado por el promedio de las preguntas:

$$OyM = \frac{P97+P98+P99+P100+P101+P102+P103+P104}{8}$$

$$OyM = \frac{4+4+2+4+3+4+4+4}{8}$$

$$OyM = 3.63 \text{ PUNTOS}$$

El índice de sostenibilidad será calculado de acuerdo a los puntajes obtenidos en los factores evaluados:

- 1) Estado del Sistema.....(ES=3.79)
- 2) Gestión.....(G=3.65)
- 3) Operación y Mantenimiento.....(OyM=3.63)

$$\text{Índice de sostenibilidad} = \frac{(ES*2)+G+OyM}{4}$$

$$\text{Índice de sostenibilidad} = \frac{(3.79*2)+3.65+3.63}{4} = 3.66$$

Por lo tanto, el índice de sostenibilidad del sistema de acuerdo a la tabla 1, que califica la sostenibilidad del sistema, **es sostenible**.

## 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.2.1. A NIVEL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (Sistema de agua potable y saneamiento básico)

#### 4.2.1.1. *Análisis del factor: Estado del Sistema*

- El factor (Estado del Sistema) es el que tiene mayor relevancia en el Índice de sostenibilidad, por tener un peso de 50% en la incidencia de la sostenibilidad del sistema, además se determinó que el puntaje que alcanza es de 3.79 puntos, indica que el Estado del Sistema es Sostenible de acuerdo a la tabla de puntaje del SIRAS.
- La cobertura de agua potable en el sistema alcanzo 4 puntos, esto indica que el caudal del manante en época de sequía es suficiente para abastecer a la población actual, sin embargo, la cobertura en saneamiento básico tiene un puntaje de 3 puntos quiere decir que 90.32% de la

población cuentan con UBS con pozo séptico. Entonces la cobertura total alcanza a 3.5 puntos.

- El manantial de ladera “Millo 01 y Millo 02” son la fuente de agua del sistema, el aforo realizado en el mes de marzo del 2018 presenta un caudal 0.362 lt/seg, sin embargo, el caudal tomado el 28/04/2017 dio 0.9 lt/seg, el caudal tomado el 06/11/2018 dio 0.40 lt/seg, como se puede demostrar el caudal crítico es en tiempo de lluvia confirmando este con datos de precipitaciones del SENAMHI.

Por el momento, el caudal requerido es 0.142 lt/seg para una población futura de 77 hab. y el caudal que se tiene en la fuente es de 0.362 lt/seg con esto se asegura la continuidad del servicio dando un puntaje de 4 puntos.

- La cantidad de agua potable tiene un puntaje de 4 puntos, quiere decir, el volumen de agua requerida (0.142 lt/seg) es demandada por la fuente (0.362 lt/seg) con una población de 77 habitantes.
- La calidad del agua presenta un puntaje de 4 puntos, debido a que la cloración es constante, la supervisión está a responsabilidad de la DESA en su reporte de cloro residual la última casa tiene 0.6 mg/lt y 0.8 mg/lt en la primera casa.
- La captación tiene una calificación de 3.58, no presenta dado de protección en ninguna de las dos captaciones, no presenta canastilla la captación 01, no cuentan con tapa

sanitaria en la cámara colectora ambas captaciones están selladas, no cuenta con válvulas completas en la captación 01 y por el resto está en buen estado.

- En la contraprueba realizada a la captación, con el máximo caudal de aforo (1.2 lt/seg registro DRVCS) se tiene los resultados:

La distancia entre afloramiento y cámara húmeda es de 1.30m coincide con la realidad, el número de orificios  $NA = 4 \varnothing 1 \frac{1}{2}''$  en la realidad cuenta  $NA \text{ real} = 2 \varnothing 2'' + 2 \varnothing 1 \frac{1}{2}'' + 3 \varnothing \frac{1}{2}''$  hay una diferencia de  $1 \varnothing 2 \frac{1}{2}''$  de más probablemente el caudal de aforo era mayor en el año que hicieron el proyecto, el ancho de pantalla es de 1m coincide con la realidad, altura de cámara húmeda es de 1m coincide con la realidad y tubería de canastilla, rebose y limpia es de 2'' coincide con la realidad.

- La línea de conducción posee una calificación de 4 y es sostenible, gracias a que está enterrado totalmente.

En la contraprueba realizada a la línea de conducción, con el  $Q_{md} (T=0) = 0.077 \text{lt/seg}$  y  $Q_{md} (T=20) = 0.092 \text{lt/seg}$  se puede apreciar que la presión final CRP-T6 (1) es de 127.13m y 125.63m respectivamente, esta presión es demasiado para resistir la tubería, lo que indica que necesita una rompe presión en este tramo.

La presión final CRP-T6 (2) es de 39.25 m, esta presión soporta la tubería, la presión que llega al reservorio es de



3.35m es demasiada baja lo cual no justifica la construcción CRP-T6 (2).

- Las dos cámaras CRP-T6 que presenta el sistema tienen una calificación de 2.34 por no tener dado de protección y cerco perimétrico con los demás se encuentra en buen estado.

En la contra prueba realizada en CRP-T6, se calculó con  $Q_{md} = 0.092 \text{ lt/seg}$  se dio los siguientes resultados:

Altura total 1.00m coincide con la realidad, área 0.6 por 0.60 m con tubería de entrada y salida de 1'' también de limpia y rebose de 2' coincide con la realidad.

- El reservorio que presenta el sistema tiene una calificación de 3.7 puntos no presenta válvula flotadora y/o nivel estático y falta dado de protección por los demás está en buen estado.

En la contra prueba realizada al reservorio para una población futura de 77 habitantes dio un volumen de almacenamiento de  $1.54 \text{ m}^3$  en realidad se cuenta con reservorio de  $5 \text{ m}^3$ , cuentan con válvulas de control, tubería de limpia y rebose de 4'' y un by-pass de 1''.

- La red de distribución tiene una calificación de 3 puntos, ya que no se encuentra enterrada totalmente, no presenta pases aéreos.

En la contra prueba realizada a la red de distribución con el  $Q_{mh} = 0.118 \text{ lt/seg}$  ( $T = 0$  años) y  $Q_{mh} = 0.142 \text{ lt/seg}$  ( $T = 20$

años) se tiene en CRP-T7 una presión de 45.67m y 45.54m respectivamente la tubería trabaja normalmente.

En el último tramo donde se encuentra la válvula de purga, se tiene una presión de 41.11m y 41.05m, respectivamente, la tubería trabaja normalmente.

- Las válvulas tienen una calificación de 4 puntos, las válvulas de control se encuentran en buen estado. Se hace una observación en la línea de conducción por tener bajadas y subidas pronunciadas se necesita una válvula de aire.
- La única pileta publica que tiene el sistema tiene una calificación de 4 puntos, se encuentra en buen estado: el pedestal de concreto, válvula de paso y el grifo.
- Las piletas domiciliarias tienen una calificación de 3.9 puntos en la mayoría se encuentran en buen estado y funcionando correctamente.
- Las UBS con pozo séptico tienen una calificación de 3.94 puntos la mayoría de grifos, wáter y accesorios se encuentran en buen estado.

En la contra prueba realizada al pozo séptico de las UBS, se calculó el volumen de pozo séptico para un tiempo de 10 años se tuvo como resultado: el lado: 1.4\*1.4 m y una altura de 1.80 m en realidad se encontró esas dimensiones en la localidad de Laccaicca.

#### **4.2.1.2. Análisis del factor: Gestión de los servicios**

- El factor gestión de los servicios tiene un índice de sostenibilidad de 3.65 puntos, lo que indica de acuerdo al SIRAS, que el sistema es sostenible.
- Los habitantes de Laccaicca tienen el habito de la disposición de excretas en sus UBS por lo tanto tienen un puntaje de 4 puntos, esto gracias a la intervención de ONG en la localidad en hábitos de buenas prácticas en salud.
- La eliminación de la basura en tachos que están ubicados estratégicamente son la costumbre de sus habitantes, por lo tanto, tienen un puntaje de 4 puntos esto gracias a la intervención de ONG en la localidad en hábitos de buenas prácticas en salud.
- La eliminación de las aguas grises productos de lavado de la ropa no necesariamente es eliminado en pozo de tratado por lo que carecen de biodigestores, por lo tanto, tienen un puntaje de 3.9 puntos.
- El responsable de la administración del servicio de agua es el comité, elegido por los usuarios y están reconocidos por la municipalidad distrital, por lo que tiene una calificación de 4 puntos.
- El expediente técnico tiene la municipalidad distrital y no la JASS tiene una calificación de 2 puntos.
- Los instrumentos de gestión: reglamentos, estatutos, libro de actas, recibo de pago, padrón de usuarios, libro de caja y

control de recaudos se cuenta en el JASS WASI, por ello tiene una calificación de 4 puntos.

- El número de usuarios que existe en el padrón de usuarios del sistema es igual al número de familias que se benefician con el agua potable, por ello tienen una calificación de 4 puntos.
- Existe una cuota familiar por el servicio de agua, por ello tienen una calificación de 4 puntos.
- La cuota es de s/. 2.00, tiene una calificación de 3 puntos.
- La morosidad es 2%, tiene una calificación de 4 puntos.
- La junta se reúne trimestralmente, por ello tienen una calificación de 4 puntos.
- El padre de familia escoge normalmente el modelo de pileta, tiene una calificación de 3 puntos.
- En la JASS participa dos mujeres como miembro de la junta, tiene una calificación de 4 puntos.
- La junta de JASS no han llevado cursos en agua potable y saneamiento básico, tiene una calificación de 2.62 puntos.
- Sean realizado nuevas inversiones, después de haber entregado el sistema de agua potable a la comunidad tiene una calificación de 4 puntos.

#### **4.2.1.3. *Análisis del factor: operación y mantenimiento***

- El factor operación y mantenimiento tiene un índice de sostenibilidad de 3.63 puntos, lo que indica de acuerdo al SIRAS que el sistema es sostenible.
- Existe un plan de mantenimiento tiene una calificación de 4 puntos.
- El usuario participa en plan de mantenimiento tiene una calificación de 2.62 puntos.
- La limpieza y desinfección en el sistema de agua se realiza dos veces al año, tiene una calificación de 2.0 puntos.
- La cloración del agua en el reservorio es constante, tiene una calificación de 4 puntos.
- La práctica que tienen es la reforestación de la fuente de agua, tiene una calificación de 3 puntos.
- Los servicios de gasfitería de encarga el gasfitero y los miembros de la junta, tiene una calificación de 4 puntos.
- El gasfitero tiene una remuneración de s/. 20.00 mensuales, tiene una calificación de 4 puntos.
- Cuentan con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento, tiene una calificación de 4 puntos.

#### **4.2.2. ANÁLISIS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE (Índice de sostenibilidad del sistema)**

El índice de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicaa es de 3.66 puntos, lo que indica de acuerdo a la metodología SIRAS que califica como sostenible.

Sin embargo, esta calificación del índice de sostenibilidad no alcanzo a su máxima dimensión de sostenibilidad que es de 4 puntos, quiere decir que falta aún implementar ciertos componentes al sistema de agua potable y saneamiento básico y no basta solo con las buenas prácticas de los habitantes de Laccaicca.

#### **4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

Hipótesis General

El sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurimac, 2017 cumple con el nivel de sostenibilidad. Esta propuesta se cumple, ya que el resultado del Índice de Sostenibilidad nos da 3.66 puntos y está dentro del rango de sostenible.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó el **nivel de sostenibilidad** del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, provincia de Aymaraes – Región Apurímac 2017, alcanzando un valor de **3.66 puntos** que está dentro del rango 3.51 puntos a 4 puntos de acuerdo al cuadro de puntaje de la metodología SIRAS 2010 dando un estado de BUENO, significa que el sistema es **sostenible**, esta calificación no alcanzo su máxima dimensión en sostenibilidad.
- Se evaluó el índice de sostenibilidad en: **Estado del sistema** de agua potable y saneamiento básico de localidad de Laccaicca, obteniendo un valor de **3.79 puntos**, quiere decir que este valor incidió fuertemente en el índice de sostenibilidad por tener un **peso de 50%** del puntaje total dando lugar a la sostenibilidad del sistema. El estado del sistema contempla la cobertura del servicio de agua potable y saneamiento (3.5 puntos), cantidad de agua (4 puntos), continuidad del servicio (4 puntos), calidad de agua (4 puntos) y la infraestructura del sistema (3.45 puntos).

Se determinó que la infraestructura del sistema de agua potable y saneamiento básico, puede trabajar de manera eficiente al implementar ciertos componentes como:

  - La instalación de una CRP-T6 en la progresiva km 0+255 de línea de conducción.
  - La instalación de una válvula de aire en la progresiva km 1+800 de la línea de conducción.

- La instalación de válvulas de purga en todos los extremos de los ramales de la red de distribución.
- El cambio necesario de las UBS con pozo séptico a UBS-AH con biodigestores.

Se determina que el sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicca necesita una inversión que NO califican como PI (reposición, rehabilitación, optimización, ampliación marginal) para implementar los componentes faltantes y trabaje eficientemente, alcanzando la sostenibilidad en toda su dimensión.

- Se evaluó el índice de sostenibilidad en: **Gestión de los servicios** de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, obteniendo un valor de **3.65 puntos**, este valor incidió en un **peso de 25%** del índice de sostenibilidad dando lugar a la sostenibilidad del sistema.

La gestión de los servicios contempla disposición de excretas (4 puntos), eliminación de basura (4 puntos), eliminación de aguas grises (3.9 puntos), administración del servicio (4 puntos), expediente técnico (2 puntos), instrumentos de gestión (4 puntos), cuota familiar (4 puntos), monto de cuota familiar (3 puntos), junta administración de los servicios (4 puntos), cabeza de hogar decide modelos de saneamiento (3 puntos), miembros de la junta (4 puntos), cursos llevados en saneamiento (2.62 puntos), nuevas inversiones en el sistema (4 puntos).



- Se evaluó el índice de sostenibilidad en: **Operación y mantenimiento** de agua potable y saneamiento básico de la localidad de la Laccaicca, obteniendo un valor de 3.63 puntos, este valor incidió en un **peso de 25%** del índice de sostenibilidad dando lugar a la sostenibilidad del sistema.

La operación y mantenimiento contempla el plan de mantenimiento (4 puntos), usuarios participan en el mantenimiento (4 puntos), limpieza y desinfección (2 puntos), practica de forestación (3 puntos), servicio de gasfitería (4 puntos), remuneración del gasfitero (4 puntos), sistema de herramientas (4 puntos).

## 5.2. RECOMENDACIONES

- El incremento de la cuota familiar de acuerdo a su Plan Operativo Anual (POA) y que garantice la operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico y llegar a la máxima dimensión en sostenibilidad.
- La implementación de los componentes faltantes en el sistema de agua potable y saneamiento básico (CRP-T6, válvula de aire, nivel estático, dados de protección, válvula de control de flujo en CPR-T7 con eje rectangular de bronce, válvulas de purga, protección de las CPR-T6 y CPR-T7 con malla ganadera, tubos galvanizados y grapas, cambio total de UBS con pozo séptico a UBS-AH con biodigestores) para un funcionamiento eficiente y sostenible del sistema.
- La capacitación de transferencia de nuevas tecnologías en funcionamiento de sistemas de agua potable y saneamiento básico.

- Apoyo del gobiernos local, provincial y regional al sistema de agua potable y saneamiento básico de Laccaicca en la optimización del sistema con la reposición e implementación de los componentes faltantes.
- Los tesisistas que desarrollen temas en sostenibilidad del sistema de agua potable, saneamiento básico en el distrito de Sañayca desarrollar una base de datos para tener un mayor control de los sistemas y validar ante la SUNASS.
- Realizar investigaciones de la capilaridad en el suelo de la captación Millo, las causas que producen el fenómeno de la reducción del caudal en tiempos de lluvia.

## VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arrocha, S. (1977). *Abastecimiento de agua, teoria y diseño* (pp.1-396). Caracas,Venezuela.
- Agüero, R. (1997) . Agua potable para poblaciones rurales. Asociacion Servicios Educativos Rurales (Ed.), (pp. 1-165). Lima,Peru.
- Barrios, C., Torres, R. & Agüero, R. (2009). Guia de Orientacion en Saneamiento Basico. Asociacion Servicios Educativos Rurales (Ed), (pp1-131). Lima, Peru. Disponible en : [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/0gral/078\\_guia\\_alcaldes\\_sb/guia\\_alcaldes\\_2009.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/0gral/078_guia_alcaldes_sb/guia_alcaldes_2009.pdf)
- Carmona Mantilla, N. (2014). Sostenibilidad de los sistema de agua potable del centro poblado Otuzco - Baños del Inca. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/73/T%20532%20C287%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casas Villanueva, J. (2014). La Sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado El Cerrillo- Cajamarca, 2014. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/725/T%20628.162%20C334%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Murilo del Castillo, M. (2007). Sistemas de Información del Sector del Agua y Saneamiento en Honduras. (pp. 1-72). Tegucigalpa, Honduras. Disponible en: [https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/121820076174\\_2\\_SIS\\_Aguasan\\_Honduras.pdf](https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/121820076174_2_SIS_Aguasan_Honduras.pdf)
- Alfaro, R. (2009). Fomento de la eficiencia de las empresas estatales de agua potable y saneamiento. (pp. 1-74). Santiago,Chile. disponible en: <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/35691/Alfaro.pdf>

- INEI. (2016) - Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Basico. Lima ,Peru. Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf)
- Latorre, M., Sanchez, T., Fernandez, M., Rojas, P., Bastidas, F., & Vargas, O. (2003). Analisis de la Sostenibilidad en Sistemas de Agua y Saneamiento. (pp 1-82). Managua, Nicaragua. Disponible en :[http://www.bvsde.org.ni/Web\\_textos/OPS/OPS0030/Analisis%20de%20la%20Sostenibilidad%20en%20Sistemas%20de%20Agua%20y%20Saneamiento.pdf](http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/OPS/OPS0030/Analisis%20de%20la%20Sostenibilidad%20en%20Sistemas%20de%20Agua%20y%20Saneamiento.pdf)
- Macedo, B. (2005). Concepto de Sostenibilidad. Unesco (Ed).(pp 1-4). Santiago,Chile. Disponible en :  
<http://tallerdesustentabilidad.ced.cl/wp/wpcontent/uploads/2015/04/UNESCO-El-concepto-de-sustentabilidad.pdf>
- Nieto,N. (2011). La Gestion del Agua. *Tensiones Globales y Latinoamericas*. (pp 1- 22). Mexico. Disponible en :  
<http://www.redalyc.org/pdf/267/26721226007.pdf> ISSN: 0188-7742
- OMS, & UNICEF. (2015). Actualizacion y Evaluacion de los ODM. *25 Years Progres on Sanitation and Drinking Water*pag. (pp 1-90). Estados Unidos: 2015. Disponible en :  
[http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34118/9789275118788\\_eng.pdf?sequence=6&isAllowed=y](http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34118/9789275118788_eng.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- AECID. (2015). Planes de Sostenibilidad de los Proyectos de Agua en medio rural. (pp 1-118). El Salvador. (2015).Disponible en :  
<http://www.aecid.es/CentroDocumentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Sostenibilidad%20y%20MG%2020161102.pdf>
- WSP. (2012). *Convirtiendo en Realidad el Saneamiento Rural Sostenible*. (pp 1-17). Ecuador. Disponible en :  
<https://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/WSP-LAC-Convirtiendo-Realidad-Saneamiento-Rural-Sostenible-Ecuador.pdf>

- Quiroz Ciriaco, J. (2013). Diagnostico del Estado del Sistema de Agua Potable del Caserio Sangal - Cajamarca. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Disponible en : <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/672/T%20628.162%20Q8%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robinson, K., Infantes, R., & Trelles, J. (2006). Agua, Saneamiento, Salud y Desarrollo. *Una Vision desde America Latina y el Caribe*. Lima,Peru. Disponible en : <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/foro4/producto3.pdf>
- Rodriguez, P. (2001). *ABASTECIMIENTO DE AGUA*. Oaxaca, Mexico. Disponible en : <https://es.slideshare.net/deibyrequenamarcelo/128283513-abastecimientodeaguapedrorodriguezruiz>
- Rojas, F., Horst, M., Heiland, S., & Venegas P. (2005). *Hacia Modelos de Gestion Sostenibles en Agua Potable y Saneamiento*. Laz Paz, Bolivia. Disponible en : [http://www.bivica.org/upload/modelos-gestion\\_a.pdf](http://www.bivica.org/upload/modelos-gestion_a.pdf)
- VIVIENDA. (2016). RM 173-2016-VIVIENDA. Lima,Peru. Disponible en : <https://www.udocz.com/read/rm-173-2016-vivienda-pdf>
- Sangay Alavarez, O. (2014). Sostenibilidad del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Pariamarca, Cajamarca 2014. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Disponible en : <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/676/T%20628.162%20S225%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanchez, H., & Reyes, C. (2006). Tipos y Niveles de Investigacion cientifica. Lima,Peru.

- Soto Gamarra, A. (2014). La Sostenibilidad del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado Nuevo Peru - Cajamarca 2014. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca). Disponible en : <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/677/T%20628.162%20S718%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vergès, J. (2010). Servicios de Agua Potable y Alcantarillado: Lecciones De Las Experiencias De Alemania, Francia E Inglaterra. (pp 1-64). Santiago, Chile. Disponible en : <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcw0334s.PDF>
- VIERENDEL. (2009). *ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO*. Lima, Peru. Disponible en : <https://es.slideshare.net/SalJuanJaimeLimavsqu/abastecimiento-deaguayalcantarilladovierendel>
- Roberto Hernández S. (1997). Metodología de la Investigación. Colombia. Disponible en : <https://metodologiasdelainvestigacion.files.wordpress.com/2017/01/metodologia-investigacion-hernandez-sampieri.pdf>
- Tam, G. & Oliveros, R. (2008). Tipos ,Metodos y Estrategias de Investigacion Científica. Disponible en : [http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj\\_modela\\_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf](http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf)

## VII. ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION

**TITULO:** “SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO BÁSICO Y EL NIVEL DE SOSTENIBILIDAD EN LA LOCALIDAD DE LACCAICCA, DISTRITO DE SAÑAYCA, AYMARAES – APURÍMAC, 2017”

**AUTOR:** Bach. Jorge Anival Torres Gallo y Bach. Waldir Mamani Villena

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA								
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál es el nivel de sostenibilidad en el sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECIFICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>¿Cuál es el estado del sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017?</li></ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar cuál es el nivel de sostenibilidad en el sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017.</p> <p><b>OBJETIVO ESPECIFICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Evaluar el estado del sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de</li></ul>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>El sistema de agua potable, saneamiento básico en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017 cumple con el nivel de sostenibilidad.</p> <p><b>HIPOTESIS NULA h(0)</b></p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>El estado del sistema de agua potable, saneamiento básico se encuentra en óptimas condiciones y funcionando correctamente incidiendo en la sostenibilidad en la localidad de</li></ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>sistema de agua potable y saneamiento básico rural</li></ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Sostenibilidad</li></ul> <table><tr><th colspan="4">Estado del sistema</th></tr><tr><td>Cantidad</td><td>Cobertura</td><td>Continuidad</td><td>Estado de la Infraestructura</td></tr></table>	Estado del sistema				Cantidad	Cobertura	Continuidad	Estado de la Infraestructura	<p>El estudio es de nivel descriptivo, tipo básica por tener como objetivo mejorar el conocimiento y describir los fenómenos mediante la observación.</p> <p>La población elegida son los habitantes de la localidad de Laccaicca, usando el método no probabilístico, se tomará como muestra la totalidad de los usuarios que son 31 familias, tomando por conveniencia y criterio técnico.</p>
Estado del sistema												
Cantidad	Cobertura	Continuidad	Estado de la Infraestructura									

<ul style="list-style-type: none"><li>¿Cómo es la operación y mantenimiento en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017?</li><li>¿Cuál es la gestión de los servicios en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017?</li></ul>	<p>Sañayca, Aymaraes – Apurímac,2017.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Evaluar la operación y mantenimiento en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes – Apurímac,2017.</li><li>Evaluar la gestión de los servicios en el sistema de agua potable, saneamiento básico que incide en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes – Apurímac,2017.</li></ul>	<p>Laccaicca, Distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>La operación y mantenimiento en el sistema de agua potable, saneamiento básico se desarrollan de manera continua y con las condiciones debidas incidiendo en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017.</li><li>La gestión de los servicios en el sistema de agua potable, saneamiento básico cumple con el desarrollo de sus actividades continuamente incidiendo en la sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac,2017.</li></ul>	<table><tr><th colspan="4">Operación y mantenimiento</th></tr><tr><td>Plan de Manten.</td><td>Part. Usuarios</td><td>Limp. y Desinfe.</td><td>Cloración</td></tr><tr><td>Serv. Gasf.</td><td>Herram. Dispo.</td><td>Conserv. Fuent.</td><td></td></tr></table> <table><tr><th colspan="4">Gestión de los servicios</th></tr><tr><td>Resp. JASS</td><td>Herr. Gestión</td><td>Numero Usuario</td><td>Cuota Familiar</td></tr><tr><td>Morosidad</td><td>Capacitaciones</td><td>Nuevas Inver.</td><td></td></tr></table>	Operación y mantenimiento				Plan de Manten.	Part. Usuarios	Limp. y Desinfe.	Cloración	Serv. Gasf.	Herram. Dispo.	Conserv. Fuent.		Gestión de los servicios				Resp. JASS	Herr. Gestión	Numero Usuario	Cuota Familiar	Morosidad	Capacitaciones	Nuevas Inver.		<p><b><u>NIVEL DE SOSTENIBILIDAD</u></b></p> <p><b>SOSTENIBLE</b> <b>3.51- 4.0</b></p> <p><b>MEDIANAMENTE SOSTENIBLE</b> <b>2.51 – 3.50</b></p> <p><b>NO SOSTENIBLE</b> <b>1.51 – 2.50</b></p> <p><b>COLAPSADO</b> <b>1 – 1.50</b></p>
Operación y mantenimiento																												
Plan de Manten.	Part. Usuarios	Limp. y Desinfe.	Cloración																									
Serv. Gasf.	Herram. Dispo.	Conserv. Fuent.																										
Gestión de los servicios																												
Resp. JASS	Herr. Gestión	Numero Usuario	Cuota Familiar																									
Morosidad	Capacitaciones	Nuevas Inver.																										



**LOS ANEXOS:**

- Panel fotográfico.
- Análisis fisicoquímico y bacteriológico de aguas.
- Encuestas de sistema de agua y saneamiento.
- Planos ubicación, red de conducción, red distribución y área de influencia.

Se encuentran en la biblioteca central de Universidad Tecnológica de los Andes.